ROY WOOD SELLARS

EL MATERIALISMO Y EL CONOCIMIENTO HUMANO

Del examen histórico del materialismo, pasamos ahora a la parte expositiva y sistemática. En ella, la filosofía y la ciencia se superponen inevitablemente. La parte principal de los artículos de esta sección representará el conocimiento experto y los modos de pensar de los hombres de ciencia interesados en ver la conexión que existe entre sus respectivos campos y la continuidad o discontinuidad que aparece en las categorías básicas. ¿De qué clase de diversificado universo formamos parte? ¿Y cómo aprende a conocer lo que conoce de todo ello ese bien dotado bípedo mamífero con su "nuevo" cerebro, sus manos sensitivas y su acumulación cultural?

¿Cuál es el papel de la filosofía en esta división del trabajo? Desde el punto de vista del método, un papel bastante modesto, a saber, el del esclarecimiento. Pero esta tarea irá acompañada del planteamiento de las cuestiones que los filósofos han tenido por costumbre plantear desde los días de los griegos, cuando dieron de lado a la mitología y se preguntaron de qué están hechas las cosas. A estas cuestiones las llamamos *cuestiones generales* sobre el conocer y el ser, pues gran parte de nuestro vocabulario fué creado por los pensadores griegos.

No debemos olvidar que la ciencia no empezó a desarrollarse realmente sino hasta hace poco más de tres siglos. Anteriormente, la filosofía tuvo que ocuparse del panorama total lo mejor que pudo y de una manera tan racional como le era dado hacerlo. Claro que dentro de ella funcionaban fuerzas culturales y tecnológicas; pero no fué sino hasta el gran siglo XVII cuando la filosofía recibió el influjo de una magna fuerza que no podía negarse, esto es, la ciencia. Descartes, Locke y Kant trataron de hacer los ajustes necesarios, ajustes que prosiguen todavía. El siguiente pasaje de la obra de De Broglie, *Luz y materia,* indica una condición importante para el progreso de la ciencia:

Todo paso importante dado por la astronomía, la física, la química o la biología requirió una condición esencial: la existencia previa o la invención de ciertos aparatos. Y a medida que la ciencia trató de extender sus progresos, se hizo necesario que la técnica instrumental desarrollara y empleara sus delicados aparatos.[1]

Y De Broglie procede después a señalar que las indicaciones proporcionadas por el experimento fueron las que condujeron a la relatividad y a la mecánica del *quantum* y al asombroso desarrollo de la exploración microscópica.

La filosofía no ha permanecido insensible a este desarrollo, aun cuando reconoce que no dispone de recursos equivalentes. ¿Qué es, pues, lo que ha tratado de hacer? A mi juicio dos cosas. Por un lado ha procurado esclarecer y perfeccionar su instrumental lógico y lingüístico, y, por otro, ha examinado sus problemas perennes a la luz de los nuevos resultados alcanzados por la ciencia. Como cabía esperar, algunas corrientes filosóficas —llamadas usualmente "análisis" y positivismo lógico— han recalcado la importancia del primer propósito, mientras que el segundo ha sido cuestión del desarrollo general y de la asimilación. Cuando se repasa la lista de los nombres distinguidos de la filosofía contemporánea, descubre uno en seguida representantes de ambos tipos, aunque muchas veces entremezclándose.

En este capítulo voy a ocuparme de lo que me parecen ser las implicaciones más realistas y aun materialistas de las tendencias tanto de la ciencia como de la filosofía. Pero conviene tener presente el hecho de que, a causa de su mismo alcance y generalidad, la filosofía se ve obligada a moverse lentamente y a sopesar cada paso dado. Los hechos especiales, por sí solos, no pueden determinar completamente sus conclusiones, sino que han de tener en cuenta el campo total. Sus problemas tradicionales son tan ineludibles y tan básicos que tienen su propio centro de gravedad y su propio impulso. No por ello es menos cierto que estos problemas deben ser redefinidos constantemente a la luz de los resultados obtenidos por las ciencias con sus grandes recursos técnicos y su metodología.

Abrigo la esperanza de que mi trabajo permitirá mostrar que estamos en sazón para este interjuego de la ciencia y la filosofía. Una filosofía vinculada al empirismo no es probable que sea especulativa en el sentido romántico de la palabra. Y también debe señalarse cierto juego de la imaginación en torno a los problemas genéricos. Por eso admiro, por ejemplo, la obra de Whitehead, aunque discrepo de su punto de partida, es decir, de su repudiación de la substancia y

[1] Louis de Broglie: *Matter and Light* (Nueva York, Norton, 1939), pág. 291.

de su transformación de los particulares sensoriales en objetos eternos para desempeñar una función sustituta.

Ahora se admite generalmente que, en todas sus formas, el materialismo implica lo que los filósofos llaman *realismo,* es decir, realismo físico y no realismo medieval o platónico. Particularmente en los países de habla inglesa, el realismo es un término epistemológico contrapuesto al idealismo o mentalismo. En los comienzos del presente estudio, el realismo surgió en Inglaterra y en los Estados Unidos en gran parte como una reacción contra un idealismo cuyas condiciones históricas estaban quedando anticuadas. En este ensayo, necesariamente breve, no me será posible examinar el idealismo; pero creo que puede decirse que el idealismo presupone siempre la derrota del realismo. Esto salta a la vista en las obras de Royce, lo mismo que en el estudio de la posibilidad de error, y vuelve a manifestarse en el libro de Blanshard, *La naturaleza del pensamiento.* Estos filósofos suponen que conocer un objeto es en cierto modo *ser ese objeto.* Pero ¿no equivale esto a confundir la epistemología y la ontología y a desdeñar el mecanismo y la naturaleza referencial del conocer humano?

Este movimiento realista debilitó el idealismo, pero no logró, a su vez, un esclarecimiento completo ni nos libertó de las diferencias y ambigüedades terminológicas. No puedo entrar aquí en los detalles de estas disputas pasadas; pero me inclino a creer que el momento está maduro para una reformulación que haga justicia a los progresos analíticos. Lo que voy a defender es un realismo directo, referencial, construído en torno al organismo humano, susceptible de respuesta, de discriminación y de simbolismo. No creo que los hombres de ciencia comprendan siempre el carácter único y específico de la demanda cognoscitiva que aparece en el nivel de la percepción. Indudablemente, existe aquí una serie de enigmas que han mantenido confusos a los filósofos. Una vez que se encuentra el hilo orientador, estos enigmas pueden muy bien disiparse. Yo he argüído muchas veces que la demanda cognoscitiva dirigida es irreducible, aunque pueden estudiarse sus condiciones y su mecanismo. Las pruebas de la cognición, o de la verdad de las manifestaciones que constituyen el contenido de la cognición, son empíricas e implican discriminación, comprobación, la facultad de predicción y regulación, todo ello entrelazado. No encuentro razón valedera para dudar de que los humanos alcancen ese conocimiento, del que la percepción es del nivel más bajo. Yo señalaría aquí el hecho de que gran parte de la polémica en torno a las cualidades primarias y secundarias proviene de la mala epistemología, que considera demasiado el conocer como una aprehensión y como una predicación revisable.

El conocimiento científico es nuestro conocimiento más adecuado, y muchas manifestaciones deben transformarse para adaptarse a él. Aun cuando puedan ser justificadas en el nivel perceptual, requieren su traducción a la ciencia. Así, podemos seguir diciendo que un objeto tiene determinada forma geométrica y, al mismo tiempo, negarnos a admitir que tiene, literalmente, una superficie coloreada.

Yo plantearía la cuestión de esta manera: el filósofo debe moverse de lo macroscópico a lo microscópico y viceversa. Su tarea, en suma, consiste en ser un monitor consciente y no un árbitro pretencioso, un compañero de la ciencia que ha acumulado recuerdos y vastos horizontes.

No sería erróneo decir que el centro de gravedad de la filosofía es el hombre. En él tiene que concentrar su atención si es que ha de plantear —y resolver— cuestiones fundamentales. Hasta cierto punto, las ciencias físicas pudieron hacer caso omiso del hombre, en particular si concentraron su pensamiento en problemas específicos. Su conexión primordial con el hombre se refería a los métodos y las técnicas. Pero este grado de despreocupación era imposible para la filosofía, la cual se interesó siempre por preguntar cómo conoce el hombre y cómo éste se adaptaría al mundo según era concebido. De aquí que la epistemología, la teoría de la naturaleza y del alcance del conocimiento humano estuviera inevitablemente relacionada con la ontología, la teoría del ser y de la naturaleza general de las cosas.

Otra manera de establecer la diferencia de genio de las dos actividades culturales complementarias consiste en decir que las ciencias pudieron dedicarse a su labor de un modo más bien fragmentario, dando un paso a cada vez, sin cuidarse demasiado del cuadro total, mientras que la filosofía tuvo siempre presente la perspectiva total aun cuando supiera que la sistematización era prematura.

Lo que ha acontecido últimamente es que las ciencias están avanzando con asombrosa rapidez, al incrementarse la técnica y los resultados en una especie de proporción geométrica. ¿Cuál es, en cambio, la situación de la filosofía? A mí me parece que su capacidad analítica nunca ha sido superada. Esta situación intelectual ha de conducir seguramente a algo decisivo.

A mi modo de ver, el materialismo ha desempeñado siempre el papel de la *alternativa reprimida*. Ha quedado relegado a segundo término y sin duda ha llegado el momento de sacarlo a primer plano, de considerar las posibilidades desdeñadas, de aceptarlo como algo que debe estudiarse a la luz de toda objeción relevante. Es innegable que en el pasado ha habido esencialmente formas reductivas de materialismo,

formas vinculadas a las apreciaciones científicas de la época, antes de que la evolución fuera tomada en serio.

Bien mirado todo, creo que puede decirse justificadamente que sólo en nuestros días se están alcanzando, tanto en la ciencia como en la filosofía, las condiciones necesarias para un materialismo adecuado que pueda salvar, no sólo las *apariencias* sino también las *categorías,* tales como vida, espíritu, personalidad, raciocinio, valores y arbitrio. Se trata de lo que yo llamaría un materialismo empíricamente orientado y con sentido para lo interno lo mismo que para lo externo, para las disposiciones y el "ir" organizado de las cosas, lo mismo que para los hechos descriptivos. Y las nuevas concepciones de campo, configuración y acción proporcionan un sentido de proceso que se hallaba ausente en la mecánica tradicional. Se necesitará tiempo para que la gente aprenda a vivir dentro de esta nueva perspectiva; pero no dudo que la nueva orientación irá prosperando a medida que se marchitan las apreciaciones y conceptos antiguos.

No se conoce tan bien como debiera que el aristotelismo medieval fué empírico a su manera y que trató de evitar los violentos dualismos del platonismo y del cartesianismo posterior. Aristóteles había rechazado el materialismo democriteano con su atomismo, desarrollando lo que suele llamarse hylomorfismo, cuya lógica y cuyas peculiaridades serán estudiadas en otro trabajo. El materialismo moderno podría llamarse muy bien materialismo evolucionista, formativo y organizacional. Es emergentista, pero *no* pietista en el sentido místico. Mucho dependerá de la creciente naturalización del "espíritu".

Nuestro criterio es que tanto el dualismo cartesiano como las diversas formas de idealismo —subjetivo, objetivo y absoluto— representan compromisos y distorsiones especulativas. Y siempre ha habido algo de antropomórfico en el fenomenalismo y en el experiencialismo. Lo que parece que necesitamos es un empirismo realista.

Espero que a los hombres de ciencia no les incomodarán estos términos filosóficos de ontología y epistemología. Ambos me parecen inevitables y relevantes para las cuestiones básicas. En general, yo prefiero el término ontología al de metafísica, por la razón de que es más simple y tiene menos repercusiones emotivas. Mi propósito es considerar la materia tanto epistemológica como ontológicamente, utilizando las concesiones modernas y recalcando la naturaleza y el alcance del conocer humano. Se hará hincapié en los conceptos justificados por el método científico y no en las *imágenes* relacionadas con lo que los filósofos llaman realismo ingenuo. La percepción es un nivel muy elemental, aunque necesario, del conocer. Es macroscópica y en gran parte

práctica. Como veremos, el hombre de ciencia elabora dentro de ella la "observación".

Ahora bien, ni aun el materialismo más alambicado puede prescindir de la materia. La aplicación del término es inexcusable. Pero es un hecho histórico que, desde los días de Berkeley, Hume y Kant, tal aplicación ha suscitado enconadas controversias. Hoy día, el fenomenalismo tiene mucha fuerza y se enorgullece de sus mixtificaciones analíticas. Por lo demás, tampoco se le refuta fácilmente. Encontraremos necesario estudiar la naturaleza referencial de la percepción humana y su percipiente, la base orgánica. No debe permitirse que el valor cognoscitivo y las exigencias de la percepción sean avasalladas ni por las *condiciones causales,* externas o internas ni por la prioridad epistemológica artificial que algunos otorgan a los datos sensoriales analíticos, considerándolos como los únicos firmes y seguros. Veremos que la importancia científica concedida a la "observación" no requiere semejante suposición, y que ésta no es muy defendible *psicológicamente.* No creo que la epistemología de la percepción tenga que estar en pugna con la psicología de la percepción.

Aunque la idea general del materialismo es antigua, la palabra misma es relativamente moderna, pues apareció en la época de Boyle y de los platonistas de Cambridge: En rigor, solía llamarse materialista a todo el que creía en la materia corpuscular —el término es de Boyle—, en lugar de la *materia prima* y de los cuatro elementos de los escolásticos o de los principios hipostáticos de los alquimistas. Así se le llamó a Locke. Boyle estaba influído por el punto de vista democriteano, pero sostenía que los corpúsculos deben ser concebidos más vagamente y de manera más experimental. En esto consistió su sabiduría. El Dr. Louis Trenchard More ha puntualizado este extremo con toda claridad:

> No fué la resurrección que hizo Boyle de la hipótesis atómica lo que inició la creciente actividad de la química, pues durante muchos años se hizo poco uso práctico de ella o no se hizo ninguno, y es dudoso que tales hipótesis no sean, en el mejor de los casos, "auxiliares" impotentes para la ciencia experimental. Lo que dió ímpetu a la química fué más bien su definición de que un elemento químico era cualquier substancia que no pudiera ser sometida a ulteriores análisis.[1]

Boyle combatió también la noción de las formas substanciales y rechazó la de que los colores son intrínsecos a las cosas, noción sus-

[1] Louis Trenchard More: *The Life and Works of the Hon. Robert Boyle* (Nueva York, Oxford 1944), pág. 254. Los dos últimos capítulos comprenden la crítica que hace Boyle de la ciencia escolástica y de la alquimia.

tentada por los alquimistas y defendida aún —me temo yo— por muchos filósofos realistas que no comprenden la base de la distinción entre predicaciones cuantitativas y sensoriales. En este punto sólo puede servir de ayuda el reconocimiento de que el percibir es un nivel elemental del conocer, en el que todavía no se ha delimitado lo macroscópico y lo microscópico.

Berkeley fué quien vió la amenaza: para él, todo el que aceptara la materia era *ipso facto* un materialista. En el dualismo se veía un arma traicionera, como lo fué efectivamente en gran medida. Lo que había que hacer era extirpar la amenaza en su embrión estableciendo el inmaterialismo.

Ahora bien, tanto el sentido común como la ciencia, si se les deja campar por sus respetos, aceptan las "cosas materiales". ¿Qué es el cuerpo humano sino algo que tiene que ser alimentado? Yo supongo que desde los tiempos del hombre primitivo fué evidente la diferencia entre un cadáver y un ser humano vivo. ¿Cuál es la naturaleza de este perecimiento y esta corrupción? ¿No se trata de que algo completamente material ha abandonado su morada? ¿O bien es un derrumbamiento de la más delicada acción organizacional? ¿Somos criaturas que pueden actuar y elegir de manera consciente? El materialismo moderno no puede eludir la respuesta a estas perennes cuestiones fundamentales. Los poetas griegos llamaron al hombre el ser dotado de lenguaje. El materialismo moderno no puede ser una empresa fácil y desprovista de imaginación, sino que ha de abarcar las apreciaciones de todos, desde el astrónomo hasta el poeta.

Cuando el Dr. Samuel Johnson —cosa de la que todo el mundo se ha enterado con regocijo— dió un puntapié a una piedra para refutar a Berkeley, lo que hizo en realidad fué apelar a la manipulación y a la acción corporales, pues la materia era un término tecnológico relacionado con la caída de los cuerpos y con los obstáculos que se le presentan al organismo. El Dr. Johnson sintió en sus propios huesos que no se trataba simplemente de un fenómeno visual, de la mera percepción de sensaciones. ¿No se hacía caso omiso de la estructura de la percepción orgánica, aislándose lo sensorial del motor y a ambos de los hábitos y del "saber cómo"? Pero acerca de esta cuestión tendremos algo más qué decir en otro lugar. La teoría causal de la percepción empezaba a retrotraer al hombre a los efectos escritos en él sobre una tabla rasa, lo que indudablemente era una manera viciosa de abordar el problema.

Por materialismo ontológico entiendo yo, recusadoramente, una posición opuesta al idealismo mentalista, al dualismo y a toda forma

de mero experiencialismo. De manera general, hablaré de él como de *naturalismo con materia,* pero no estaré pensando en los átomos "duros" moviéndose de un lado a otro en el espacio vacío absoluto, sino que recalcaré relaciones, patrones, procesos y niveles, y me imagino que el bioquímico y el biólogo suministrarán los detalles. Las categorías están forjándose, pero también la epistemología debe hallarse en guardia. Puede que necesitemos apelar a un doble conocimiento del organismo humano y desarrollar un sentido más agudo para las descripciones abstractas de las ciencias inorgánicas.

Si partimos de alguna imagen de la materia inerte del ser, propenderemos a considerar la emergencia de la comprensión consciente en los animales como una paradoja de la peor especie. Pero, ¿qué tenemos que ofrecer a cambio en el terreno de los acontecimientos y actividades? Lucrecio se dió cuenta del problema y recayó en la presentación de lo sensorial como un accidente debido a alguna clase de composiciones. Pero ¿no tropezó con mayores dificultades que las que hoy encontramos nosotros debido a su concepción de los átomos primordiales? Aquí se necesita una gran finura filosófica. Aunque Lucrecio no dominaba la ciencia tal como nosotros la entendemos, es imposible sustraerse a la admiración que causa su tentativa panorámica.

Como la ciencia se ocupa principalmente de hechos y teorías, puede decirse que la filosofía plantea problemas complementarios, problemas, empero, que considera ineludibles y que han sido debatidos perennemente. Yo estoy persuadido de que en los últimos 50 años se han logrado muchos progresos en este dominio, y lo que trataré de hacer es debatir los puntos críticos de la epistemología, defender por oposición una posición realista, y pasar después brevemente, en la conclusión, a la ontología. Aquí procuraré desarrollar la concepción del *ser en proceso,* que se transforma y perece, o, como decía Aristóteles, sujeto al devenir y a la corrupción.

Uno de los más vigorosos enemigos del materialismo ontológico ha sido el mentalismo. Del mentalismo surgió el empirismo fenomenalista en sus variadas formas, desde Hume hasta el positivismo lógico reciente. ¿Tiene algún sentido lo que puede decírsele en cuanto a *percibir* un mundo externo? ¿Qué *entendemos* cuando decimos que "vemos" automóviles y árboles? ¿Qué *entendemos* cuando decimos que agarramos una herramienta, pongamos por caso, una azada o una brocha?

Cuando se pronuncia la palabra "materia" en un grupo de filántropos se crea en seguida una atmósfera de recelo. ¿Por qué?

Principalmente porque no han sido esclarecidos de manera suficiente ciertos factores básicos en la teoría de la percepción.

A mi juicio, la falta estriba, hasta cierto punto, en un olvido del trasfondo de la percepción efectiva, donde es evidente la presencia del yo orgánico, dispuesto para la acción o en actitud alerta. Recientemente, al leer uno de los ensayos de Whitehead, me impresionó el énfasis que éste ponía en el trasfondo corporal de las impresiones sensoriales de Hume. "Nuestras impresiones sensoriales son superficiales y dejan de indicar la autosatisfacción derivada del funcionamiento corporal interno." Reconozco que la observación es justa, pero yo recalcaría también una actitud alerta dirigida hacia el medio ambiente, una sensación íntima de preocupación y respuesta que reclama simbolización e interpretación conceptual de las cosas y de los acontecimientos que nos rodean. Para indicar este importantísimo factor se han empleado los términos "propósito", "respuesta" y "referencia". Pero yo sostengo que no se ha reconocido suficientemente que tal actitud de alerta, expectación y propósito —observada asimismo en los animales, como en el gato que acecha al ratón junto a su agujero— califica la percepción y la convierte en algo completamente distinto de una simple experimentación de sensaciones o de una aprehensión de las mismas. Una especie de endeble intelectualismo, asociado con la formulación tradicional de la teoría causal de la precepción en Locke y Descartes, impregna la fórmula de Berkeley de que *ser es ser percibido,* y de que las manzanas no son otra cosa que un complejo de ideas. Se olvidan así la actitud alerta, los símbolos demostrativos, la conceptualización, la objetividad social, la preparación para actuar con acierto.

Esta cualidad de la percepción de hallarse dirigida hacia un fin es la que la convierte en el centro de las referencias y simbolizaciones interpretativas. Por ello, yo subrayaría, no sólo el llamado *espesor* de la percepción, sino también su polaridad dinámica. Y la citada cualidad es la que establece su relación continua con la acción abierta, tal como la manipulación de objetos. Por esta razón, yo no encuentro que exista un abismo entre el hecho de percibir un libro y el de cogerlo del estante. Lo mismo en la primera etapa que en la segunda, soy un yo orgánico interesado por algo tan real como yo mismo y que se encuentra en idéntico mundo que yo. Mi interés y mi propósito por la percepción plena se refiere a cosas denotables y manipulables. La perspectiva adoptada por Locke, Berkeley y Hume tenía algo de introspectivo, intelectualista y endeble.

He subrayado este contraste porque es de importancia fundamental para el realismo materialista. Gran parte del empirismo ha

estado vinculado a esta antigua perspectiva, en la que la primordial hipótesis era la de hallarse familiarizados con los estados descorporeizados de una mente-alma, llamada por Berkeley el yo, la mente, el alma o el espíritu. Oponerse a esta perspectiva constituye parte esencial del realismo materialista, y estoy seguro de que la psicología y la biología contemporáneas estarán de acuerdo en la necesidad de que se modifique tal perspectiva. No cabe duda que hay algo anacrónico en la filosofía que emplea aún las presuposiciones de Locke, Berkeley y Hume.

La cuestión tiene importancia, además, porque los axiomas del análisis determinan consecuencias que se reflejan hasta en el más completo teorema. Por medio de la influencia de la metodología científica, se hace mucho hincapié en la observación, la comprobación y la confirmación. Y se corre el peligro de producir una confusión entre la armazón de la percepción humana, que nos liga a la naturaleza de una manera vital y práctica a la vez que conceptual, y la función lógica de la "observación", que la ciencia recalca en conexión con la comprobación y confirmación de las deducciones y teorías. ¿Contradice la segunda de alguna manera la armazón realista de la percepción? Yo sostengo que no y opino que ha habido aquí una considerable confusión que necesita ser esclarecida. En la "observación" se hace hincapié en la discriminación aprehensible, principalmente en conexión con la visión, y lo que se da por supuesto es la significación de los datos discriminados para la teoría sometida a prueba. Pero por lo que a mí se me alcanza, se reconoce menos que la percepción, en contraste con tal discriminación, se preocupa de la percepción macroscópica, referencial, como la que termina en instrumentos científicos tales como el termómetro o el espectroscopio. De lo contrario, se niega, sin duda, la armazón más amplia del conocimiento, y la "observación" deja de tener significado fuera de sus propios datos: es decir, no habría nada objetivo que confirmar. Gran parte de la confusión en cuanto al significado exacto de las cualidades primarias y secundarias se ha derivado de esta falta de distinción clara entre "observación" y percepción corporal, con su estructura de yo orgánico y medio ambiente. Cuando asignamos colores y formas a las cosas, las caracterizamos ateniéndonos a los indicios de los datos sensoriales, tal como éstos son empleados en la percepción interpretativa. Las cosas son "rojas", están a tal distancia de nosotros, son de tal tamaño, peso, etc. Todo esto es predicativo y únicamente tiene significación dentro de la estructura de la percepción y la acción. Por eso, yo no encuentro gran diferencia entre el cálculo que hago

del tamaño de una cosa, al recorrerla con la vista y recordar experiencias pasadas, y el tamaño que resulta al medirlo. Pero en la "observación" procedo a hacer una discriminación en mi campo sensorial, tal como un color en un espectro, un indicador de lectura, una señal en el termómetro, tal como *aparece* en mi campo de visión. Pero más adelante necesitaré volver a ocuparme de esta diferencia básica entre las estructuras.

Desde Descartes hasta Russell, los filósofos se han atenido a la noción de que *debían dudar* de la estructura de la percepción práctica y operativa, de que sería una ingenuidad por su parte creer que están "viendo" las teclas de la máquina de escribir que golpean —aunque saben perfectamente que compraron la máquina de escribir años atrás y que necesita ser reparada—, o que están removiendo la tierra con sus azadones, comprados también. En todo esto se incurre en una caprichosa abstracción con respecto tanto a la vida biopsicológica como a la sociedad. Claro está que se halla perfectamente justificado preguntar: ¿en qué sentido vemos y manejamos las cosas? Es muy posible que sea necesario rechazar las nociones intuicionales de percepción. Pero una cosa es afirmar que la percepción verídica implica actitudes complejas, procesos sensoriales y operaciones interpretativas, y otra completamente distinta decir que sólo "vemos" nuestras sensaciones, lo cual es una afirmación desorientadora. Y, sin embargo, toda la filosofía que se adopte depende de la dirección que uno siga en este punto. Por esta razón, la defensa epistemológica del materialismo implica el examen cuidadoso del empirismo fenomenalista y su repudiación razonada.

¿Es la "materia" un "observable"? ¿Son "observables" las cosas materiales? Huelga decir que debemos emplear el lenguaje con sumo cuidado, y que la anterior distinción entre percepción y "observación" repercute sobre la respuesta que ha de darse.

A mí me parece harto evidente que no podemos intuir ni la materia corpuscular ni las cosas materiales macroscópicas. La percepción no es cosa de intuición. Pero las cosas macroscópicas *no* son inferencias, aunque puedan ser apoyadas por el razonamiento, de la misma manera que tampoco son inferencias nuestros cuerpos. De este modo es como tenemos una armazón física. El microscopio electrónico, por medio del cual, con el perfeccionamiento del vidrio pulimentado, pueden ser denotadas y "percibidas" las moléculas, representa la transición a lo teóricamente inferible, a lo ultramicroscópico.

¿Qué es, pues, una *observación?* Es una percepción especializada en la que se observa en términos de dato visual un haz de luz sobre

una pantalla, una línea espectral o el paso de una nube en una cámara Wilson. Esta correspondencia circunscrita y comprobada es la que resulta de tanta importancia para la ciencia. Pero si la observación no operara dentro de la armazón primaria de la percepción general como en el uso de los instrumentos *sería simplemente una discriminación sensorial.* La debilidad de gran parte de la teoría de los "datos de los sentidos" estriba en que hace caso omiso del escenario más amplio en que se desarrolla la percepción cognoscitiva y se entrega a la busca de "elementos" que ofrezcan una certidumbre intuitiva máxima. Como resultado, la teoría causal de la percepción predomina sobre la cognición, o bien se recalca aisladamente la importancia de los informes o asertos básicos, como ocurre en el positivismo lógico. En tal caso, puede intentarse "construir" cosas basándose en los datos sensoriales. El procedimiento tiene mucho de mixtificación y yo trataré de demostrar que es mala lógica y mala epistemología. Si no podemos construir cosas a base de las sensaciones, convendrá volver a una teoría realista de la percepción que nos sirva de marco.

Debe mencionarse otro punto: si la percepción visual es un fenómeno tan condicionado, ¿cabe esperar que nos permita "ver" fuerzas, procesos integrativos, actividades organizadoras? En el mejor de los casos podrá proporcionarnos indicios, seleccionados, en parte, debido a que tenemos un conocimiento previo de las actividades. Esta autopercepción orgánica contribuye a dar *cuerpo* al medio ambiente; pero en sí misma no es una especie misteriosa de intuición, sino una percepción interpretativa en términos de experiencias. Las categorías son naturales a la percepción, ya que tienen acepciones perceptuales: cosismo, resistencia, causalidad, estructura-temporal, van siempre unidas. Hume tenía razón al protestar contra el racionalismo *a priori,* pero comprendió la percepción. Cuando el físico habla de "fuerzas vinculadoras" piensa en cantidades y categorías. El contexto, a mi juicio, debe ser el del substancialismo dinámico. La debilidad del antiguo atomismo consistía en su olvido de las indicaciones de proceso, sin tesis, conexiones causales y organización: era una debilidad relativa a las categorías. Como ya he indicado, Whitehead se ha percatado de esto, pero su "subjetivismo reformado" se inclina demasiado a esos artilugios que son los "objetos eternos" y los valores intemporales. Sin embargo, si se prescinde de la materia, ¿qué nos queda que hacer? Indudablemente, el monismo neutral de Russell presenta evidentes debilidades. Sería mejor que la filosofía dejara de "dar coces contra el aguijón" y se resignara alegremente a elaborar un materialismo adecuado. Tal materialismo requiere la cooperación de *todas* las ciencias. Tanto la masa como la energía *son* lo que pueden hacer:

hasta Spinoza tenía un conocimiento empírico de este principio. No podemos saber *a priori* de qué es capaz el organismo. Mucho me temo que los filósofos tengan que aceptar que el cerebro es el asiento de la conciencia; pero ya trataremos de esta cuestión en relación con Russell y la teoría del espíritu presentada como un acto de prestidigitación.

La conclusión que nosotros ofrecemos a modo de ensayo es que la palabra "materia" debe emplearse para las cosas materiales, tanto macroscópicas como microscópicas. ¿Acaso no hablamos todos de cosas materiales, tales como automóviles, libros e instrumentos de jardinería? Hay, además, cosas de grandes dimensiones: máquinas, fábricas, montañas, estrellas. El hombre de ciencia, por su parte, habla de corpúsculos que tienen cierta medida de resistencia. En la mecánica del *quantum,* puede reconocer hasta qué punto es indirecto su conocimiento denotable y recurre a las estadísticas y a las curvas de probabilidad. Pero si ha sido afectado por el virus del empirismo subjetivo, puede olvidarse de sus instrumentos, de la sociedad y de las condiciones sociales de la misma ciencia y hablar solamente de los datos sensoriales reales y posibles.

Sin embargo, obvio es decir que el materialismo no puede alejarse mucho de la materia. De aquí que necesite contar con una epistemología capaz de defender un criterio realista de la percepción denotativa y referencial dentro de la estructura orgánica humana. Aislar a la ciencia de esta estructura equivaldría a aislarla de su fuente humana y social.

Lo que yo tengo presente al desarrollar toda esta argumentación es que ha entrañado un peligro el propósito de dar concreción a un término abstracto —"materia"— y considerarlo como algo que debemos ser capaces de intuir, pero que no podemos. El misterioso *substratum* de Locke, en el que fueron introducidas entidades llamadas "propiedades", también causó estragos. Pero ¿qué es una propiedad? Es una respuesta a una pregunta acerca de las características y las facultades de las substancias concretas. Y esta respuesta proporciona lo que yo llamo conocimiento *acerca de* o hechos *acerca de,* es decir, una revelación acerca de la naturaleza de las cosas. Las condiciones de tal revelación pueden ser estudiadas en detalle, lo mismo que ocurre con el instrumental lingüístico y conceptual. Pero la pretensión del espíritu humano de hacer comprobables las afirmaciones del conocimiento es, desde el punto de vista epistemológico, de carácter último. Tal es la situación en que nos encontramos y el plano que se ha alcanzado. Los conceptos tienen una función cognoscitiva que cumplir: se aplican a hechos comprobados, y, según su especie, revelan

la estructura, las facultades, la rutina nómica y las relaciones. Con todo ello se entretejen las categorías en términos de lo que interpretamos como naturaleza. Se trata de una actividad incesante, exploratoria, que en gran parte ha sido consumada histórica y culturalmente, como se complacía en indicar Emile Meyerson.

Uno de los deberes tradicionales de los filósofos ha consistido en el estudio de las categorías. Probablemente, las encontraron sobre todo en el lenguaje, como le ocurrió a Aristóteles. Esto no impide que se trate de alcanzar progresos y esclarecimientos adicionales. Aristóteles intentó hacerlo en relación con la substancia, la forma y el devenir. Nada tiene de extraño que el enorme desarrollo de la ciencia moderna como consecuencia de la utilización de nuevos instrumentos y técnicas haya determinado que salgan a la superficie nuevas categorías y modificaciones de las antiguas. En esto se ha incurrido a veces en excesiva precipitación: como se ha sugerido a menudo, la ciencia es, a la larga, un proceso de autocorrección, pero con todo puede ser de ayuda el monitor filosófico.

Puesto que en mi definición tecnológica de la materia he hablado de las cosas de gran magnitud y de los corpúsculos, será conveniente mencionar las dificultades con que tropezó la expresión *materia prima*. Tal como yo lo entiendo, la materia prima y las formas substanciales son para el escolasticismo *principios del ser*. La materia prima es incognoscible pero inferible, mientras que se supone que las formas substanciales son en principio cognoscibles. Ambos conceptos irritaban a Descartes, el cual, como racionalista, quería que la materia fuera cognoscible a través de un atributo definidor. Y la extensión armonizaba con la geometría y la mecánica de una manera que no podía esperarse de los elementos predominantemente cualitativos. Se necesitaba un nuevo punto de partida, que resultó ser cuantitativo y experimental. La causación final y las formas substanciales no parecían ser de ninguna ayuda. Descartes preguntó de dónde procedían las formas substanciales, y Boyle rechazó todas aquellas cualidades reales que no son "modos de materia". La ciencia tuvo que elaborar sus propios métodos.

Por consiguiente, la ciencia planteó cuestiones y trató de resolverlas en términos de leyes y cuerpos. Un ejemplo de la situación se encuentra en la lucha sobre el color, el calor y el fuego en la química. ¿Está el color en la superficie de las cosas? ¿Qué es el calor?

Ahora bien, yo creo que ha habido mucha confusión acerca de la epistemología de la llamada distinción entre las cualidades primarias y secundarias. Nunca se ha negado, por ejemplo, que el color

era un indicio de procesos externos, y que las manzanas rojas difieren de las verdes. Lo que ocurría era que se comprendía más claramente el mecanismo de la percepción. Pero el peligro estribaba en que la teoría causal de la sensación podría predominar sobre la importancia cognoscitiva de la percepción. La filosofía empírica fué la que cayó en esta trampa. Lo que hizo la ciencia fué desarrollar la medicina simultáneamente con la manipulación de los instrumentos. La observación se convirtió así en subordinada del realismo instrumental, es decir, el realismo de las varillas y los termómetros. En esto, la ciencia siguió y extendió el realismo del sentido común. Como actividad que descifra y explora el organismo, la percepción está vinculada a la técnica del cuerpo: juzga e interpreta y comprende las acepciones relativas a las categorías, hallándose implícitas las cualidades en las relaciones referenciales. Desplazar bruscamente la atención hacia las "ideas" equivale a abstraerse del conocimiento humano real.

No ha sido tarea fácil elaborar un empirismo realista adecuado que estuviera libre, por un lado, del sensacionalismo, y, por otro, de las nociones místicas del pensamiento. El principio primario tal vez consista en admitir las afirmaciones empíricas por su valor nominal como referencias a los objetos. Esta estructura del yo orgánico en conexión con su medio ambiente es lo que yo he recalcado. Las acepciones relativas a las categorías ocupan un lugar predominante y son elevadas a un plano simbólico, conceptual. Por ejemplo, yo, como ser que tengo conciencia de mí mismo, me sitúo frente a las cosas que manejo o incluso que miro. De esta manera es como un ser humano se convierte en un ente conocedor capaz de elevarse simbólicamente por encima de su situación biológica y pasa a ser un espectador cognoscitivo, guiado por el propósito. Entonces ya no es más difícil pensar en un Sócrates inexistente que en el presidente de los Estados Unidos: la fecha y el lugar nos sirven de datos denotativos.

La cuestión consiste en que el organismo *emplea* las sensaciones y las imágenes dentro de una estructura referencial y, una vez dada esta base, puede construirse sobre ella. Diríase que los procesos corticales y el lenguaje hicieron posible este progreso ulterior del hombre, y probablemente la antropología arrojará luz sobre esta cuestión. El empleo de herramientas y el reconocimiento de la presencia de los demás pudieron ser esenciales para que los hombres salieran del reducido círculo de la experiencia privada: la cooperación, los gestos y el lenguaje permitieron al hombre elevarse hasta tener una visión del mundo.

La tesis del empirismo realista consiste en que la cognición humana es una proeza *sui generis*, cuyas pruebas han de elaborarse en

términos de coherencia, sujeción a los datos, predicción y control pragmático. Desde el principio, sin embargo, tiene un sentido objetivo.

Berkeley y Hume se hallaban demasiado dominados por el sensacionalismo y el punto de vista causal. Kant hizo una valiente tentativa por asegurar la objetividad, pero su objetividad era de una índole peculiar, *desprovista de la base ideológica y, por consiguiente, no realista.* Lo que yo llamaría cosas se convirtieron en "cosas en sí", en incognoscibles.

Reconozco que todo esto parece muy complicado históricamente. Como se eligieron los gambitos erróneos, se desembocó en un subjetivismo difícil de superar, y el idealismo objetivo, para decir lo menos, no enmendó las cuestiones epistemológicas. Hasta la llegada del presente siglo no se hizo un nuevo esfuerzo por lograr un realismo empírico, pero, como ya he indicado, este esfuerzo condujo a un empate de la partida que se jugaba. Vino después el movimiento positivista procedente de Viena, lleno de energía, de convicción y, reconozcámoslo, de capacidad, aunque en extremo subjetivo hasta que se introdujeron las cuestiones del lenguaje. Se plantearon los principios de significado y se oyó preguntar: ¿qué *entendemos* por cosas materiales?

Aun antes de que se llegara a esta época, Russell había tratado de introducir en la filosofía el método científico aun cuando lo que sobresalió en tal esfuerzo fué la importancia que concedió a la construcción y a la sustitución de los símbolos no indispensables por datos considerados como sólidos y ciertos. La técnica fué recogida por los positivistas.

Mientras tanto, Dewey y C. I. Lewis desarrollaban el pragmatismo. En el caso de Dewey, la basa biológica se hizo cada vez más clara, pero acompañada de una nota de experiencialismo y predicción, lo que dió como resultado una especie de realismo sin beneficio ninguno para la epistemología. Como el pragmatismo y el realismo se han ido confundiendo, he procurado mostrarme ecuánime y esclarecer mi propio realismo; pero sigo creyendo en la epistemología, según se verá por mi breve examen de la posición de Lewis.

¿Cuál es, pues, la situación actual? Tal como yo la veo, el desarrollo de la ciencia está haciendo posible un tipo de materialismo evolucionista capaz de hacer justicia a categorías tales como vida, propensión, personalidad y sociedad. Lo que se necesita, por añadidura, es esclarecimiento y argumentación filosófica. Pero, como ya hemos argüído, el realismo y el materialismo marchan juntos. Por consiguiente, una vez más estamos en la brecha. ¿Qué *entendemos* por cosas materiales? ¿Pueden traducirse las afirmaciones relativas a ellas

en afirmaciones relativas a las sensaciones? Semejante tesis me parece errónea y quienes la aceptan no pueden ser materialistas, aunque sí naturalistas. Como es sabido, la palabra "materia" tenía en griego un origen tecnológico: significaba madera, algo que puede manejarse y usarse. Este origen se adapta al hecho de que la percepción y la acción práctica se hallan estrechamente relacionadas.

Paso ahora a hacer un breve estudio de esos movimientos empíricos y naturalistas contemporáneos con los que tiene que contar un materialismo empírico, aunque como algunos de ellos serán examinados con detalle en otros trabajos, me limitaré a señalar los puntos controvertibles. Empezaré por Ayer, debido a la forma tajante en que éste plantea la cuestión de las afirmaciones ontológicas: ¿tienen éstas sentido? Después me ocuparé de Lewis y Dewey y terminaré por Russell, pues el examen de la posición de Russell representa una buena transición a la ontología. Como me interesan principalmente los principios, tomaré como obra representativa de Ayer su libro *El lenguaje, la verdad y la lógica.*

Ayer admite claramente la validez del fenomenalismo y arguye que las afirmaciones relativas a las cosas materiales pueden traducirse en afirmaciones relativas a experiencias reales y posibles de un carácter más o menos sensorial. Esta tesis es la que el materialista tiene que refutar. Para Ayer es suficiente una ligera rectificación técnica de las teorías de Berkeley:

> Pero el hecho de que éste [Berkeley] no lograra dar una explicación completamente exacta de la manera como son *construídas* las cosas materiales con datos sensoriales no invalida su afirmación de que se hallan constituídas así. Por el contrario, sabemos que *debe* ser posible definir las cosas materiales en términos de contenidos sensoriales porque sólo mediante la presencia de ciertos contenidos sensoriales puede *comprobarse* en el mínimo grado la existencia de cualquier cosa material. Vemos así que no tenemos que inquirir si es correcta una "teoría de la percepción" fenomenalista o cualquier otra clase de teoría, *sino únicamente qué forma de teoría fenomenalista es exacta.*[1]

Ahora bien, por lo que a mí se me alcanza, esta incipiente escuela es antirrealista: las enunciaciones de cosas materiales tienen que ser traducidas, aun cuando las capacidades y las disposiciones ofrezcan dificultades aparentes. Carnap representa aquí una transición. Sin embargo, existen muchas enunciaciones contrarias al hecho real. Si yo dejara caer este libro, ¿qué ocurriría? ¿Y por qué? ¿No indican estos hechos conexiones ontológicas que han de conocerse en leyes?

[1] A. J. Ayer; *Language, Truth and Logic* (Londres, Gollancz, 1936), págs. 54-55.

¿No son verdaderas las leyes? ¿Se trata de casos de conocimiento acerca del mundo?

He sostenido que existe ambigüedad en cuanto al término "observar" relacionado con dos tipos de enunciaciones básicas. Yo puedo observar un dato sensorial y considerarlo como demostrativo de una teoría, y puedo, en la estructura de la percepción orgánica, observar referencialmente una cosa. C. I. Lewis se ha visto llevado a distinguir entre las enunciaciones comprobables terminantes y las enunciaciones relativas a hechos confirmables pero no terminantes.

Por consiguiente, ¿pueden traducirse las enunciaciones relativas a datos de los sentidos? Y de no ser así, ¿cuál es la alternativa?

Lo mejor es empezar por considerar las tentativas para reducir las enunciaciones materiales o enunciaciones *M* a enunciaciones sensoriales o enunciaciones *S*. Supongamos que yo digo: "Esta cosa que está colgada en un gancho en la pared es mi sombrero." Por lo pronto, tenemos aquí un concepto de categoría, el de cosa, que se encuentra en el mismo universo de discurso que mi yo corporal. Por lo común, yo me considero a mí mismo como algo que posee, no sólo una constitución interna compleja, sino también facultades e inclinaciones. En segundo lugar, lo demostrativo tiene trascendencia pública y corresponde a los gestos de asentimiento o indicación. En tercer lugar, una cosa-sombrero tiene una forma geométrica, ha sido fabricada y está hecha de un fieltro que tiene a su vez una historia. ¿Por qué he de considerar como ilusorios todos estos conceptos comprobables? A mí me parece que sólo debería proceder así en el caso de que las teorías realistas del conocimiento sean notoriamente absurdas. En otras palabras, estoy persuadido de que Ayer incurrió en excesiva precipitación al fijar su actitud.

La conclusión que yo he sacado es que el empirismo fenomenalista, al igual que el berkelianismo, representa un análisis inadecuado de la experiencia perceptual con sus referencias y pretensiones. Estoy de acuerdo con C. D. Broad en que una traducción de enunciaciones *M* en enunciaciones relativas a una multitud hipotética de enunciaciones *S* de carácter condicional, contrarias a los hechos, no explica suficientemente la situación. Estas enunciaciones condicionales giran en torno al cuerpo del agente. ¿Y es reducible el cuerpo del observador mismo a una serie anterior de enunciaciones hipotéticas? ¿No es todo esto un verdadero *tour de force?*

La percepción es indudablemente una operación y una experiencia mucho más complicada de lo que suele creerse. El enfocamiento unilateral del análisis, sugerido por el énfasis puesto en la cultura de la época, ha tenido efectos desorientadores. Así, la llamada teo-

ría causal de la percepción, se hallaba dominada en sus orígenes por la noción del influjo causal sobre los sentidos y, por ende, sobre el alma-espíritu. Sin embargo, hasta los antiguos estoicos habían visto que en el fenómeno intervenían la interpretación y el juicio. Y la psicología moderna considera el estímulo como la incitación de procesos intraorgánicos de carácter muy dinámico. El organismo, por así decir, es puesto en estado de alerta, o, más exactamente su despierta comprensión es aguijoneada por el estímulo. A mi juicio, sería conveniente que los filósofos hablaran del *condicionamiento causal* de los datos sensoriales, en vez de hablar de una teoría causal de la percepción. Y la razón estriba en que la percepción implica un avivamiento de las referencias, de la simbolización y de la conceptualización. Claro está que el individuo no trasciende literalmente su experimentación, pero ésta contiene distinciones estructurales y funcionales en las que el percipiente es colocado frente a los objetos o *Gegenstände* para emplear el expresivo término alemán. La *comprensión* me parece básicamente una actividad, que en el hombre es mucho más complicada y constante que en las demás criaturas. Pero una cuestión como ésta puede ser examinada mejor por los psicólogos. Lo que yo quiero recalcar es la diferencia entre la aprehensión de los datos sensoriales y la percepción. Aun tratándose de la primera, no existe una simple correspondencia de uno a uno con un estímulo externo, como ha demostrado la psicología moderna.

Por razones parecidas, yo rechazaría la percepción representativa tradicional. Si bien me parece que tenemos motivos para creer que los datos visuales tienen cierto grado de correlación con la situación-estímulo, esa creencia es más una inferencia tomada del valor práctico y cognoscitivo de su *uso* para la percepción que un dato de la percepción misma. Algo más tendremos que decir sobre este punto cuando volvamos a ocuparnos de la "observación" en contraste con la percepción macroscópica. Aun cuando no podemos aprehender un objeto para el que estamos predispuestos como podemos aprehender nuestros datos sensoriales, lo denotamos e interpretamos como algo situado frente a nosotros mismos. No somos almas desnudas sumergidas en nuestros propios estados de espíritu, como concebía la situación el antiguo dualismo. Gran parte del misterio que rodea a la "trascendencia" proviene de presuposiciones erróneas. Lo esencial es comprender el mecanismo del conocer y sus exigencias. La *exigencia* es *irreducible*. Denotamos y juzgamos esta cosa, distinta de nuestro yo corporeizado u orgánico.

Ahora bien, de todo este análisis se deduce que una enunciación física o básica no es reducible al modo de su comprobación. En la

percepción ordinaria, nuestra comprensión avivada y nuestras referencias funcionan mediante un interjuego de datos y concepciones sensoriales. Si dudamos, tratamos de obtener datos "mejores". Pero un juicio perceptual es *distinto* de la aprehensión de datos de los sentidos. En rigor, no nos damos mucha cuenta, por lo común, de los datos sensoriales por su propio valor. En la observación científica, la situación es un tanto diferente. Al hombre de ciencia no le interesan sus instrumentos, sino que más bien los da por sentados en su medio ambiente artificial. Lo que le interesan son los datos sensoriales considerados como demostrativos de fenómenos físicos que confirman su teoría.

Así, pues, si bien las enunciaciones *M* (es decir, las enunciaciones de cosas materiales) no son traducibles a enunciaciones *S* (relativas a datos sensoriales), las enunciaciones *S* tienen significación de enunciaciones *M,* porque podemos advertir que nuestros conceptos las requieren, aunque no tan simplemente como antaño se suponía. Decimos que una moneda es redonda, aunque desde el ángulo que la miramos pueda *parecer* elíptica. En la observación científica todos los esfuerzos se encaminan a obtener "buenos datos".

Es evidente que la exploración positivista debe ser realizada primero en el nivel macroscópico del sentido común, después de lo cual podemos hablar de átomos, electrones y *quanta.* La medición, la matemática y la técnica instrumental son las que permiten al hombre de ciencia penetrar por debajo de las interpretaciones denotativas de la percepción ordinaria y construir una estructura referencial de espacio y tiempo, la cual, a su vez, puede ser quebrantada por la mecánica del *quantum.* Para el realista materialista, todo esto es perfectamente comprensible. Nos movemos *denotativamente* de la percepción sensorial, que es un género elemental de conocimiento, a denotables microscópicos conceptualmente localizables; pero hay que seguir contando con datos sensoriales relevantes y demostrativos, aunque la relación entre ambos se ha complicado muchísimo. La teoría y la "observación" se desarrollan ahora dentro de la percepción de los sentidos. Lo que yo sostengo es simplemente que si se prescindiera por completo de la estructura orgánica macroscópica, perderíamos, no sólo las cosas, *sino nuestro propio yo.*

De esta argumentación se deduce *que las enunciaciones empíricas son ontológicas.* Tanto las enunciaciones *M* como las enunciaciones *S* se refieren a hechos y realidades. En este sentido —y sólo en este sentido— cada uno de nosotros habla continuamente en ontología, como Monsieur Jourdain hablaba en prosa. Se trata de una

ontología, no especulativa, sino empírica. Y lo que yo sostengo es que en eso consiste el materialismo empíricamente orientado.

Al ridiculizar la metafísica o la ontología, sin establecer apenas distinción entre ellas, Ayer y los empiristas lógicos no han hecho otra cosa que afirmar dogmáticamente su fenomenalismo. Así y todo, ¡qué impresionante parecía tal actitud, una vez descartada la cuestión del alcance de las proposiciones empíricas! "Nosotros, los hombres —escribía Ayer— definimos consecuentemente una enunciación metafísica como una enunciación que se propone expresar una proposición genuina, pero que, de hecho, no expresa ni una tautología ni una hipótesis empírica. Y como las tautologías y las hipótesis empíricas forman la clase total de proposiciones significativas, tenemos derecho a sacar la conclusión de que todas las afirmaciones metafísicas se hallan desprovistas de sentido." [1]

Por consiguiente, la verdadera cuestión es la del alcance e importancia de las enunciaciones empíricas. Yo vengo sosteniendo que este alcance de importancia es de carácter realista tanto en la psicología como en las ciencias no introspectivas.

Quisiera disponer de espacio para ocuparme de los aspectos sintácticos y semánticos del empirismo lógico desarrollados por Neurath y Carnap. Al principio, tal como yo lo entiendo, se hizo hincapié en la sintaxis situando en la base de la pirámide las frases protocolarias, consideradas como fundamentales y sólo ligeramente corregibles. La tarea propia de la filosofía consistía así en ocuparse del lenguaje de la ciencia. Se tenía todavía la firme convicción de que las polémicas tradicionales acerca de las referencias y pretensiones de la percepción debían ser descartadas como carentes de sentido. Pero a las clases se les atribuye un carácter social en su aspecto comunicativo. Yo creo que la psicofísica de la comunicación era considerada también como algo que no implicaba complicaciones no lingüísticas. La filosofía se movía únicamente en el dominio del lenguaje.

Sin embargo, pronto se comprendió que la limitación a la sintaxis era suicida. Aunque se habían esclarecido algunos problemas lógicos recalcando la importancia de las palabras y de los metalenguajes, había surgido en la base la distinción entre la comprobabilidad y confirmabilidad estrictas. El resultado fué un progreso de la semántica y la semiótica bajo la dirección de C. W. Morris. ¿Qué significan las palabras y otros signos? Las acepciones convencionales de los diccionarios, ¿no descansan —y los presuponen— en lo que C. I. Lewis llama significados sensoriales? ¿Y son reducibles estos signifi-

[1] *Ibíd.*, págs. 31-32. He tomado estos ejemplos por parecerme una burda formulación del positivismo lógico en su período de confianza en sí mismo.

cados sensoriales a enunciaciones relativas a datos de observación? Era menester someter a examen lo que se llama pragmática, la referencia al utilizador e interpretador de signos. Pero, ¿no volvíamos aquí al *percipiente plenamente corporeizado?* Y en tal caso ¿no volvíamos también a los instrumentos, a la técnica, a la sociedad? ¿Y no debe considerarse el lenguaje mismo como una técnica social? Todo esto suena a realista, a algo muy alejado del berkelianismo de Ayer, subsistiendo como único obstáculo la persistente convicción de que no puede elaborarse una teoría realista, referencial, de la percepción.

Por ello nos apartamos de este tipo de fenomenalismos, el cual, al tratar de evadirse de la ontología, siguió la ruta del sensacionalismo, pero de un sensacionalismo atrapado en una técnica lingüística y lógica perfeccionada. Yo tengo la impresión de que entre otros miembros de la escuela existe hoy la tendencia a partir de un realismo del sentido común un tanto indefinido y a no preocuparse demasiado de la epistemología. Pero esta despreocupación por la epistemología amenaza con plantear nuevamente, como venganza, entre los investigadores de la lógica y de las matemáticas, el problema tradicional de los universales platónicos. Así ocurre, en particular, cuando se separan las convenciones de los significados empíricos y de lo que Lewis llama criterios de aplicación. Sin embargo, aquí no puedo ocuparme de la complicada teoría de los símbolos.

En su obra sistemática más reciente, C. I. Lewis ha desarrollado su pragmatismo conceptual de una manera abiertamente naturalista. La cognición explícita emerge del "saber cómo" de la vida animal y presupone actividad. La epistemología no modifica la experiencia humana, sino que trata de hacer explícitas las condiciones y las exigencias del conocer humano, presuposiciones con las que yo estoy completamente de acuerdo.

Por desgracia, aun cuando reconoce el hecho de la cosmología ordinaria, con sus cosas, fenómenos, causalidad y propiedades disposicionales, Lewis le presta escasa atención. ¿Se debe ello a que se da cuenta de que implicaría la cuestión de lo que él desdeña como el tema de la "veracidad metafísica" del conocimiento? Lo que se subraya es el conocimiento como predictivo y condicional; pero si se obtienen hechos objetivos —aunque nunca sean, por supuesto, analíticamente ciertos—, ¿no pueden proporcionar estos hechos un conocimiento cosmológico de manera acumulativa?

Puesto que, como realista crítico, estoy sinceramente de acuerdo con Lewis en su reconocimiento de la experiencia privada como algo que requiere lo que él llama el uso expresivo del lenguaje, no me extenderé en lo relativo a su análisis de esta cuestión y de su escenario

biológico. Me limitaré a preguntar si el "yo" de la acción condicional no es el organismo orientado por la mente, y si no tienen trascendencia cosmológica tanto ese yo como la *conexión real* implicada en enunciaciones tales como la de que si yo procediera de tal o cual manera tendría tal o cual experiencia. A mi modo de ver, Lewis presupone constantemente capacidades y causalidad de género ontológico.

La dificultad que yo advierto tal vez pueda expresarse mejor de la manera siguiente. ¿Es *traducible* un hecho objetivo sin que nada se pierda a la multiplicidad de enunciaciones condicionales que sirven de prueba? Al declarar que un pedazo de papel blanco está ahora delante de mí, ¿quiero decir simplemente que puedo alcanzar una serie no terminante de experiencias sensoriales? De ser así, nos encontramos con algo análogo a la tentativa de Ayer de traducir las enunciaciones *M* a enunciaciones *S*. ¿Qué significación tienen para la cosmología los hechos objetivos? Yo sostendría, por mi parte, que el papel blanco tiene la misma categoría existencial que el yo activo de Lewis. ¿Y no es el yo otra cosa que sus experiencias *posibles?* A mí me parece que al prescindirse de la cosmología se priva de base a los hechos objetivos, y que tal actitud de Lewis proviene de la exagerada importancia que concede a la predicción.

Después de una repudiación de la epistemología tradicional que recuerda lo que el propio Carneades podría haber dicho en su ataque contra el estoicismo, Lewis se permite el lujo de una nota en la que se trata de una manera un tanto subrepticia todo el problema de la categoría de los datos sensoriales. Se recordará que yo he argüído que los datos sensoriales funcionan dentro de actitudes y significados disposicionales y conceptuales de la estructura perceptual, y que la unidad cognoscitiva es la percepción y no la sensación. Esto y las acepciones categoriales constituyen la razón que impide que las enunciaciones *M* sean traducibles a enunciaciones *S*.

Como, en mi calidad de filósofo, he sido siempre acuánime y he tendido la rama de olivo a los pragmatistas a medida que se vuelven realistas y hasta materialistas, me agradaría, en conclusión, comentar la nota puesta al pie de la página 187 del libro de Lewis. Recordemos que el realista crítico se atiene a la cualidad referencial directa de la percepción y no a la cualidad aprehensional inmediata del *objeto* de la percepción, es decir, que distingue entre el *contenido* de la percepción y el *objeto* de ésta. Hago hincapié en este punto, porque, a mi juicio, la lucha que se avecina, por lo que se refiere a la teoría de la percepción, es entre el pragmatismo, el realismo crítico

y el aristotelismo. Citaré ahora un pasaje de Lewis que yo suscribiría:

> Aquí no se niega sino que se afirma que podemos tener ante nosotros alguna presentación de cuyo carácter, tal como se nos ha dado, podemos estar seguros y que al mismo tiempo conocemos, *a través de esta presentación y por medio de ella,* alguna cosa o suceso objetivos.

Esto suena a realismo. Y luego agrega:

> Lo que es *inmediato y cierto,* sin embargo, no es la cosa, el acontecimiento o el estado de cosas objetivas que se conocen, sino el contenido de la experiencia que los evidencian, indicando que poseen alguna probabilidad, que puede ser "certeza práctica".[1]

Y después, Lewis sigue diciendo que el proceso de comprobación *puede* continuar indefinidamente. Claro que sí. Yo justifiqué y confirmé hace mucho tiempo la *creencia* de que este objeto es *mi mano* aporreando la máquina de escribir, y si lo deseo, puedo considerar cada golpe como la comprobación de un juicio terminante. La cuestión estriba en que el objeto no puede ser transformado nunca en un dato sensorial; el objeto no puede adquirir la certeza *aprehensible* y la cualidad inmediata del dato sensorial.

Ahora viene la nota que resucita toda la epistemología tradicional que Lewis había arrojado a puntapiés:

> Esta afirmación [la citada anteriormente] no implica ninguna interpretación dualista o fenomenalista de la relación de la mente con la realidad (*sic*) en la cognición. Es aun posible, en términos de la concepción aquí presentada, afirmar que el contenido de la presentación es una parte, aspecto y perspectiva auténticos que constituye un *ingrediente* de la realidad conocida. Tal lenguaje es figurativo..., pero la opinión... puede ser consistente y literalmente correcta, con tal de que estemos dispuestos a aceptar las implicaciones de que una apariencia elíptica puede ser un ingrediente genuino de una

---

[1] C. I. Lewis: *An Analysis of Knowledge and Valuation* (La Salle, III; Open Court, 1946), pág. 187. Me he acostumbrado a establecer la distinción entre el conocimiento como hecho objetivo y comprobable y el conocimiento *aproximado.* Lewis ha contestado a las críticas que Pratt y yo hemos hecho en su obra anterior, *Mind and the World-Order,* en las págs. 200-201. Su réplica me parece un esclarecimiento con el que puedo estar de acuerdo. Los datos sensoriales son objetivos a su manera y pueden expresarse en proposiciones. Si tenemos razón para considerarlos como controlados por una cosa o un acontecimiento objetivos y como expresión significativa de los mismos, los tomamos como demostrativos de una enunciación relativa a una cosa o acontecimiento. Lewis formula esta relación en términos de identidad de intención. Si mi dato fuera diferente, yo afirmaría un hecho objetivo diferente. Pero las existencias involucradas son distintas. Hasta que Lewis nos explique más claramente su idea de la localización existencial de los datos sensoriales no quedaré satisfecho. Entiendo que lo que él llama nuestro "mundo común" tiene un sentido existencial y de categoría, referencial, ostensivo y descriptivo.

moneda redonda, y el bastón curvado en el agua un ingrediente del bastón realmente recto.[1]

Todo este pasaje es definitivo y muy revelador. Ambos coincidimos en que la presentación sensorial es conceptualizada y utilizada como evidencia del objeto; pero por mi parte estoy más de acuerdo con Russell en cuanto a la categoría existencial de la presentación sensorial empleada demostrativamente. Se encuentra *dentro* del cerebro-espíritu del percipiente. De este asunto me ocuparé en seguida.

Poco tengo que decir de Dewey puesto que su posición será estudiada en otro trabajo. El reproche que suelen hacerle los realistas consiste en que redefine el conocimiento como esa especie de aserto garantizable que satisface la investigación y conduce a la *reconstrucción de la experiencia.* "El verdadero objeto del conocimiento reside en las consecuencias de la acción dirigida." ¿No es ésta otra manía de pensador?

Russell acepta el condicionamiento causal de los datos sensoriales, que él identifica con una teoría causal de la percepción; sostiene que los datos corresponden en su diseño a las cosas externas de manera suficiente para servir de base al conocimiento científico; considera la física como el conocimiento más seguro de que disponemos, arguye que nuestro conocimiento de la naturaleza es abstracto, rechaza las partículas a cambio de los acontecimientos, afirma que los datos sensoriales están "en" el cerebro y sustituye el materialismo por el monismo neutral, adhiriéndose así a William James y a las últimas fases del nuevo realismo. Tratemos ahora de evaluar este complejo de posiciones.

Mi propia opinión tiene muchos puntos en común con la suya, pero recalcando aspectos diferentes, lo cual debe saltar ya a la vista. Si bien yo admiro la física, creo que no podemos renunciar a la estructura orgánica de la percepción como punto de partida. A su manera, nos proporciona cierta seguridad. Yo recalcaría la referencia perceptual directa y sería menos escéptico y humano. Añadiría a la evidencia intelectual y a la consecuencia lógica la prueba constante, orgánica y tecnológica, de la práctica. No trataría de traducir las enunciaciones *M* a enunciaciones *S*. El monismo neutral me parece un error histórico basado en mala epistemología *y en el experiencialismo radical.* En el proceso del conocer obtenemos hechos o verdades acerca de la estructura, composición y comportamiento de las cosas y tratamos de contestar a las cuestiones planteadas; pero no creo que podamos contar con intuir *el ser* externo ni considerarlo como

[1] *Ibíd.,* pág. 187 n.

idéntico, en la naturaleza, a nuestra experiencia sensorial. Esto no excluye una correspondencia parcial de diseño. La relación entre la experiencia y el *ser* se encuentra más bien en el problema conciencia-cerebro. Y nuestros hábitos lingüísticos no son reducibles a lo sensorial. El conocer humano es una magnífica proeza, pero ¿por qué hemos de mostrarnos demasiado antropomórficos en nuestras exigencias? El monismo neutral de Russell me da la impresión de otro ejemplo de una poderosa técnica extraviada.

Hace mucho que vengo sosteniendo la teoría de que los sentimientos y los datos sensoriales son intrínsecos a los procesos neurales. Aquí, y sólo aquí —he insistido— somos participantes conscientes en la naturaleza, desde el interior de un sistema físico eminentemente desarrollado.

Tratemos de abarcar la situación en que nos encontramos. Por un lado nos hallamos dominados por la percepción externa, con sus exigencias de conocimiento dirigidas referencialmente a cosas y procesos sustantivos. En esta estructura del ser se halla incluído, por supuesto, nuestro propio cuerpo. Por la misma naturaleza de la situación cognoscitiva no puede llevarse a efecto ningún sondeo siguiendo esta dirección con el propósito de alcanzar e incluir el acto consciente de la misma cognición. En suma, la conciencia misma no puede ser objeto de ninguna de las ciencias físicas, en las que es menester incluir la neurología. Desde el punto de vista epistemológico, este hecho no debe sorprendernos ni debe ser considerado como un misterio.

Pero no se sigue de ahí que no tengamos razones valederas para creer que la corriente de la conciencia es intrínseca a los procesos neurales. Lo que llamamos *acto de experiencia* es particular y comprende sentimientos, deseos, voliciones y los mencionados actos de cognición. Basándonos en todos ellos, podemos formular enunciaciones fundadas en lo que suele llamarse conocimiento de trato. Es más, todas estas experiencias y enunciaciones están vinculadas al yo orgánico. De ahí que pueda decirse que tenemos un doble conocimiento del yo orgánico: uno a través de la percepción y de la investigación externa, y otro de carácter más participativo, reflexivo e intuitivo.

La cuestión no puede reducirse, por consiguiente a saber si existe algo relativo al orden externo del conocimiento que excluye y cierra el paso a esta clase de conocimiento más intuitivo. ¿Por qué no ha de ser posible que un fenómeno neural "contenga" la conciencia como una dimensión cualitativa de su contenido existencial? En este enfocamiento del doble conocimiento he sostenido que aquello con lo que estamos familiarizados es un *elemento aislado natural*

cuyo contexto neural que lo completa no puede ser aprehendido de la misma manera: podemos tener un conocimiento externo *acerca de los hechos,* pero ninguna intuición externa. Estoy de acuerdo con Herrick, Sherrington y otros en que nos encontramos aquí en una especie de callejón sin salida, pero ¿no se deberá ello a que tendemos a esperar demasiado del conocimiento externo? Tal conocimiento no puede ser *participativo.*

En tiempos pasados, el materialismo resultó inadecuado por su atomismo gráfico y por su falta de comprensión para las relaciones y los procesos dinámicos. Le debilitó también una epistemología inadecuada. La ciencia moderna comprende plenamente el carácter inferencial y descifrador de gran parte de nuestro conocimiento físico. ¿Por qué ha de ser difícil reconocer que la existencia puede tener un contenido cualitativo y que la conciencia es un fenómeno circunstancial relacionado con lo que Boring llama discriminación en su base neural? No es mi propósito subrayar demasiado la cuestión de la localización cerebral, tarea que el filósofo debe dejar a la neurología y a la psicología para que elaboren conjuntamente correlaciones e isomorfismos; pero creo que está justificado hablar de la mente-cerebro, aunque reconociendo que todo el organismo constituye la unidad de la conducta.

El positivismo ha prescindido en gran parte de problemas como estos, que han sido considerados como demasiado especulativos. Sin embargo, esta solución del problema yo-mente-cuerpo simplificaría tanto la ciencia como la filosofía. Los demás yos y mentes serían simplemente otros organismos en su respectivo grado de desarrollo. En el caso del hombre, el conocimiento explícito, la referencia simbólica y la comunicación representarían únicamente la culminación del cuadro. Los humanos somos a la vez objetos y sujetos, "yo=cosas" y personas.

He hablado de la conciencia como un elemento aislado natural y como una *característica* particularmente dada de un acontecimiento que se desarrolla en el cerebro. Es evidente que tiene que haber una estructura epistemológica adecuada, y no creo que la neurología y la psicología puedan seguir prescindiendo por mucho tiempo de las distinciones epistemológicas necesarias.

Esta aparente digresión me hace volver una vez más a Russell, el cual, como lógico, decidió que una sensación está "en" el cerebro, como un acontecimiento puede estar en otro que lo incluya. Por desgracia, Russell habló de "ver el cerebro" y se encontró con que fueron muy pocos los que trataron de comprenderle. Lo que quería de-

cir era que un dato visual puede ser aprehendido, y que era, *en cierto sentido,* un acontecimiento dentro del acontecimiento cerebral.[1]

Ahora bien, aquí surgen todo género de complicaciones debido a que la discriminación parece ser una función cortical, y la aprehensión es discriminación. Sin embargo, el área visual parece contribuir a la base primaria de esa *discriminación.* Estoy de acuerdo con S. Alexander en que una sensación es, en sí, una actividad que ha de ser "disfrutada", como lanzamos una piedra o bailamos un baile. El profesor Ducasse ha seguido una ruta similar en sus concepciones. La discriminación sería entonces una actividad integral de orden superior para despertar la conciencia.

Al concluir esta parte de mi trabajo se me permitirá volver a ocuparme muy brevemente de la posición que ocupa la "observación". En la observación, tal como yo la veo, recibimos *informes* que consideramos significativos respecto a las teorías relacionadas con los fenómenos físicos, tales como los rayos luminosos, las actividades del *quantum* dentro de un átomo o el choque de un electrón sobre una pantalla, etc. Ahora bien, una vez que aceptamos la tesis de que los datos sensoriales son significativos en cuanto a la percepción referencial macroscópica, no hay ninguna dificultad teórica para en lo relativo a la significación demostrativa de tales informes de aprehensiones. Sin embargo, es esencial que reconozcamos dos tipos de enunciaciones que no son reducibles unas a otras. "Este libro es oblongo", "esto me parece oblongo" y "el dato sensorial que yo considero como la base sensorial de esta apariencia tiene una configuración oblonga", son diferentes clases de enunciaciones. "Veo un fogonazo" y "oigo el tic-tac en este contador Geiger" son frases que muestran hasta qué punto se hallan íntimamente relacionados los juicios perceptuales referenciales y las discriminaciones sensoriales. Yo veo un eclipse y confirmo un cálculo y una teoría científicas sobre la base de una observación sensorial particular que, *como tal,* no había sido vaticinada. Los hombres de ciencia afirman que se producirá un fenómeno físico que puede ser comprobado por las observaciones personales, y aquí es donde hace su aparición el observador. Sin él y sin su estructura perceptual, no podríamos conectar la ciencia con el mundo material, objetivo. Pero el punto de vista del doble conocimiento

[1] La laminación de áreas sensoriales en el cerebro, tales como las áreas visual y auditiva, indica una reproducción de diseño. Este problema se está explorando por medio de métodos eléctricos y probablemente repercute en lo que los gestaltistas llaman isomorfismo. El materialista moderno está convencido de que la investigación psicofísica del cerebro va a rendir beneficios. El behaviorista ha prescindido demasiado del cerebro.

prueba que lo particular es también objetivo existencialmente y lógicamente objetivo por la *enunciación,* todo lo cual significa que los seres humanos tienen una dimensión y ocupan un plano que no existen en las cosas inorgánicas ni aun en los organismos menos desarrollados: la dimensión de la actividad simbólica interpretativa. Por eso entiendo yo que la aplicación a nosotros de un lenguaje peculiar a las cosas es a la vez adecuado e inadecuado, pues no poseemos una esencia fija y estática. Sartre, sin embargo, llega al extremo cuando nos niega una naturaleza histórica. Pero aquí no puedo ocuparme de la teoría ética. El materialismo reductivo era falso porque no pudo explicar el conocer humano como una realización natural.

Para concluir esta sección, diré algunas palabras sobre la desconcertante distinción entre cualidades primarias y secundarias. ¿No suele reflejar este enigma una desordenada mezcolanza de cuestiones lingüísticas, epistemológicas y ontológicas? Si se dirige la atención hacia los datos sensoriales, la extensión configurativa y el color son discernibles, pero inseparables. Si el objeto del pensamiento es el juicio perceptual acerca de las cosas, una palabra-color empieza ya a referirse a una apariencia-color que sirve de norma en condiciones normales. Por consiguiente, no puede sorprendernos descubrir que esta apariencia tiene condiciones externas de luz-energía a la vez que condiciones retinales y del área visual. La física estudia el primer grupo mencionado. Mientras tanto, se ha seguido procediendo a la interpretación objetiva de las cosas en términos de comparaciones, manipulaciones y medición. Ahora debemos hablar de *hechos* relativos a las cosas, de que éstas son de tal tamaño, pesan tanto, tienen una estructura y una composición internas. La tarea inmediata consiste en obtener categorías adecuadas y modos de hablar apropiados. Yo prefiero hablar de la extensión, de la masa, de la energía, de la composición y de las propiedades de las cosas, dejando que la ciencia se encargue de hacer más precisos estos términos. Las categorías son simplemente expresiones de nuestro conocimiento más básico y general del mundo, y nos declaran lo que nosotros consideramos como verdadero. Yo rechazaría el *substratum* incognoscible de Locke tanto como la materia indeterminada de Aristóteles. Sugiero, pues, que la distinción histórica que se ha hecho desde Demócrito y Galileo hasta Locke entre cualidades primarias y secundarias refleja, en primer lugar, el reconocimiento de que el sentir es diferente de la percepción objetiva, y, en segundo lugar, el hecho de que el método científico recoge y desarrolla el conocimiento perceptual, recalcando la medición, relocalizando los datos sensoriales y esclareciendo las categorías físicas, tales como masa y estructura. Por eso, la distinción

entre cualidades primarias y secundarias no fué mucho más que un paso preliminar. El análisis epistemológico y el lingüístico deben desarrollarse en estrecha cooperación.

La tarea primordial de una ontología materialista moderna consiste en esclarecer una serie adecuada de categorías congruentes con los resultados de la ciencia. Es fácil decir que repudia el fenomenalismo, el mentalismo y el dualismo sustantivo, pero no basta: debe ser constructiva e imaginativa. Su misión estriba en proporcionar un trasfondo ontológico al nuevo naturalismo. Todavía pesa sobre nosotros la carga de una gigantesca cosmología que acertadamente se ha dejado ahora en gran parte al físico y al astrónomo.

Al negarse a aceptar la distinción escolástica entre esencia y existencia, el materialismo empírico recalca lo corporalmente concreto, pero lo concibe desde un punto de vista relativo y temporal. En este sentido, el *ser* es proceso, y la existencia, temporalidad, aunque a menudo una temporalidad persistente y continua, y en el caso del hombre, lo bastante substancial para que éste pueda contemplarla antes y después y abarcar el universo en el que se encuentra un universo esencialmente impersonal que teje y desteje sin cesar sus diseños, pues el conocimiento de alcance científico es una proeza que está supeditada a la invención de técnica y métodos. No pondero demasiado su poder, susceptible de ser utilizado lo mismo para el bien que para el mal.

Decir que existe *esta* mesa es una tautología, a no ser que signifique que yo *no* sufro una alucinación. En términos técnicos, la existencia primaria no es una propiedad añadida a alguna otra cosa llamada forma o esencia, sino un término para designar lo que llega a ser y perece en el desarrollo dinámico de la naturaleza. De los neutrones y los átomos puede decirse que existen en el mismo sentido que las mesas y los seres humanos, pero con arreglo a su especie. ¿Hay para el *ser* un piso, un plano más bajo? Esta es una cuestión que la física está abordando. ¿Y no son correlativos la conservación y el cambio?

La noción de los niveles es una especulación filosófica hasta que los detalles son proporcionados por la biopsicología, la psicología y la antropología. A no dudar, los hombres de ciencia que han colaborado en esta obra arrojarán mucha luz sobre la cuestión de los niveles y la posición de las unidades en un conjunto integrativo. El problema de la relación entre una partícula elemental y su campo es una cuestión candente hasta para la física. ¿Cómo puede hacerse justicia a la continuidad y discontinuidad en una perspectiva más dinámica?

En otro lugar de este trabajo he mencionado el contraste tradicional entre mecanismo y teleología. Diríase que ambos términos están experimentando cambios profundos. El mecanismo subsiste principalmente en lo relativo a las distinciones estructurales, mientras que la teleología se considera cada vez más como algo que implica la dirección de los procesos, una dirección intrínseca cuya cualidad opuesta sería lo fortuito. Esta cualidad directriz debe conectarse con la organización en sus diversos niveles. Resulta difícil todavía teorizar sobre lo que Cannon llamó la "sabiduría del cuerpo": los biólogos están descubriendo esa sabiduría en la conducta de los organismos inferiores. Todavía somos demasiado antropomórficos en nuestras categorías. Los investigadores puede que encuentren muchos niveles por debajo de la enseñanza cortical proporcionada por la experiencia y la anticipación.

¿Y qué es la denotación mental sino un desarrollo ulterior de la actividad integrativa, selectiva y variada, del cerebro al sintonizarse con las antenas que mantienen alerta al cuerpo? En el hombre se desarrolla una interfusión de símbolos naturales y convencionales. Si las ratas razonan, como nos informan los psicólogos, el razonamiento es una operación que descansa en capacidades integrativas y no en impulsos fortuitos. La lógica no es sino su esclarecimiento lingüístico normativo. De ser así, el razonamiento es un proceso causal de alto nivel que la psicología empieza ahora a describir. El método científico es, a su vez, una complicación cultural que extiende el razonamiento humano. Tal debe ser, a mi juicio, la perspectiva de un materialismo evolucionista. Es necesario *salvar* las categorías empíricamente comprobadas. Ha pasado el tiempo de los subproductos y de los epifenómenos. En este empeño prestan su cooperación los nuevos conceptos de lo microscópico, de la organización integrativa y de los niveles, y probablemente es bueno que tengamos un sentido de los procesos internos que complemente la observación externa. Esto significa que la causalidad tiene sus niveles.

Es impresionante lo que el hombre tiene de nuevo y de excepcional. Así, el conocer es una proeza humana que viene a añadirse al "saber cómo" de los animales en general. Nosotros podemos referirnos simbólicamente a los objetos a la vez que responder a ellos, y de este modo, el conocimiento puede extenderse a todo el universo como si fuera un reflector inmaterial. Tal es la base funcional de la *trascendencia simbólica,* en contraste con la respuesta orgánica. Conocer una cosa no es ser ella o poseer una forma sustantiva inherente a ella, como Aristóteles pensaba, sino formular enunciaciones comprobadas acerca de ella. Y ya he indicado que este elevado nivel

cognoscitivo debe conservar un sentido persistente de su vinculación a la estructura orgánica de la percepción, pues de lo contrario, caeremos en el misticismo idealista.

El materialista empírico puede encontrar un lugar para el libre albedrío, pues a mí me parece que está tan naturalmente preparado para él como el razonamiento que lo entreteje. En el nivel de la personalidad culturalmente desarrollada, el libre albedrío implica decisión moral con su sentido de responsabilidad. De ahí que el carácter, la cultura y la conexión de grupo estén coordinados. Hace mucho que yo me he percatado de que la oposición histórica entre libertad y determinismo ha sido formulada equivocadamente. A este respecto, tiene gran importancia la idea de los niveles de causalidad. La causalidad ontológica, inmanente, implica el desarrollo intrínseco de conjuntos internamente diferenciados. El sentido de dirección interna se acrecienta con la vida: hasta los gusanos y las moscas de las frutas proceden selectivamente. ¿Qué es la libertad en el hombre sino el poder de proyectar y razonar sus preferencias? La inteligencia y la educación amplían el radio de acción de la decisión. ¿Y no puede ocurrir que el atractivo persistente de la idea del libre arbitrio reavive nuestra íntima comprensión de que estamos preparados para la acción? En el pasado, la ciencia habló demasiado de leyes imperiosas y de la necesidad ciega. También era demasiado reductiva. Indudablemente, el yo humano es, a la vez, un desarrollo y un agente. El materialismo empírico moderno dista mucho del fetichismo y del reduccionismo.

Lo que he tratado de demostrar en este trabajo es que los recursos de la filosofía, que hasta ahora han sido empleados en gran parte contra el materialismo, pueden ser utilizados en su favor. Pero no se tratará ya del antiguo materialismo, vinculado a la ciencia anticuada y a la falsa epistemología. Una de las tareas consiste en rescatar el empirismo del subjetivismo y del fenomenalismo. De ella se ocupará el siguiente trabajo.

EVERETT J. NELSON [1]

LA CATEGORIA DE SUBSTANCIA [2]

La creencia de que podemos aprender de la experiencia no se halla certificada por datos que ésta proporciona. Esta creencia sólo puede ser garantizada por principios en virtud de los cuales una proposición relativa a la experiencia puede evidenciar o hacer probable otras proposiciones empíricamente comprobables que no se hallan implícitas en la primera. Por consiguiente, los principios suficientes para dar validez a la inferencia empírica deben entrañar la conexión con ciertas experiencias, y, por lo tanto, deben ser formulados en términos de modos de conexión o unidad, o presuponerlos. Tales modos de conexión o de unidad son categorías metafísicas y constituyen especies de síntesis en términos de los cuales el filósofo interpreta la experiencia.

Voy a examinar solamente uno de estos tipos de síntesis —la substancia— y sostendré que la proposición de que la sustancia es una categoría última se halla presupuesta en la creencia de que podemos aprender de la experiencia. Defenderé la opinión de que *si* el conocimiento empírico es posible o si nociones tales como cosa, propiedad, causa, orden, ley o incluso proceso han de tener la significación objetiva que tienen en nuestra interpretación del mundo y han de desempeñar el papel que desempeñan en nuestro conocimiento

[1] Everett J. Nelson es profesor de filosofía y funcionario ejecutivo del Departamento de Filosofía de la Universidad de Wáshington, Seattle. Fué becado por la Fundación Sheldon en la Universidad de Harvard, en 1929-1930, y por la Fundación Guggenheim, en 1939-1940. En 1946 fué nombrado presidente de la División del Pacífico de la American Philosophical Association. Es editor consultivo del *Journal of Symbolic Logic.* Ha publicado artículos en *Mind, Monist, Philosophy of Science, Journal of Philosophy* y otras publicaciones periódicas. *(N. del editor.)*

[2] Esta es una versión ligeramente modificada del trabajo "Una defensa de la substancia" publicado en *Philosophical Review,* vol. LVI, Nº 5 (septiembre de 1947), págs. 491-509.

del mundo, la categoría de substancia es indispensable. No voy a defender la proposición de que el conocimiento empírico es posible o de que las nociones que acabamos de mencionar tienen significación objetiva, lo que quiere decir que no sostengo la substancia categóricamente. Confieso, sin embargo, mi firme e inequívoca creencia en el conocimiento empírico. Por esta razón, considero —al igual que debe considerar todo creyente en la ciencia— que el examen de la substancia constituye una seria empresa filosófica.

Introduciré el problema de la substancia considerando el significado y la posición actual de las propiedades disposicionales. Empiezo de esta manera, no porque piense que la aceptación o repudiación de la substancia gira en torno al análisis de las propiedades disposicionales, sino porque las cuestiones planteadas por tales propiedades conducen directamente al problema de la substancia y, por ende, a las relaciones entre substancia, causación y ley natural.

Decir que el oro es fusible, que el azúcar es soluble, que el arsénico es venenoso, equivale a atribuir a estas cosas propiedades disposicionales. Cuando digo que este terrón de azúcar es soluble en el café, no quiero decir que alguna vez fué puesto en el café y disuelto o que alguna vez lo será. Tampoco quiero decir simplemente que si fuera puesto en el café se disolvería o que si se pone en el café se disolverá. Quiero decir también que si *hubiera sido* puesto en el café *se habría* disuelto. De análoga manera, cuando decimos que el arsénico es venenoso, una parte esencial de lo que queremos decir consiste en que si *se hubieran* cumplido ciertas condiciones, *habría* envenenado a alguien.

Tales propiedades deben distinguirse de las que no son disposicionales. Así, cuando digo que un dato de los sentidos es amarillo, estoy atribuyéndole una propiedad no disposicional. En cambio, cuando digo que la caja del reloj que tengo en el bolsillo es amarilla, empleo la palabra "amarilla" en un sentido disposicional, dando a entender que si alguien dotado de visión normal hubiera mirado o fuera a mirar la caja a la luz del día, habría tenido o tendría una sensación de amarillo. Claro está que alguien puede sostener que la caja de mi reloj es amarilla también en un sentido no disposicional, que el objeto físico es amarillo independientemente de las condiciones de iluminación o de la presencia de un perceptor. Apenas es necesario hacer notar que la mayoría de las propiedades que usamos para identificar los objetos físicos y definir sus especies son disposicionales.

La noción de propiedad disposicional conduce a la substancia de la siguiente manera: Cuando afirmamos, por ejemplo, que si este te-

rrón de azúcar hubiera sido puesto en el café se habría disuelto, estamos afirmando que el terrón de azúcar es "algo que puede hallarse en diversos estados y puede encontrarse en diversas relaciones con otras cosas en diversos momentos". Damos a entender también que *"podría, por el contrario,* haberse encontrado en un estado diferente o en diferentes relaciones con la misma o diferentes cosas *en ese momento".*[1] Y esto implica que el azúcar tiene una *naturaleza* que no necesita encontrarse precisamente en este estado o precisamente en estas relaciones con las demás cosas en este momento, y que habría sido la misma cosa aun cuando no se hubiera encontrado en estos estados o en estas relaciones en que ahora se encuentra. El terrón de azúcar es, pues, una *substancia* y su naturaleza específica como tal se halla constituída, al menos en parte, por algunas de sus propiedades disposicionales.

Inquietados por el hecho de que la substancia relativamente permanente parece así presupuesta por las propiedades disposicionales, algunos filósofos se han esforzado por demostrar que las propiedades disposicionales no son últimas, y de este modo, han esperado suprimir al menos una razón para considerar la substancia como una categoría metafísica. Han tratado de hacer esto expresando en términos no disposicionales y no substantivos todo aquello que podemos expresar sensiblemente mediante el empleo de tales términos. El éxito de tal empeño requiere que las enunciaciones en términos del conjunto alternativo de categorías sean equivalentes, en el más estricto sentido intencional, a las enunciaciones originales. Tal traducibilidad es una condición *necesaria* para evitar las propiedades disposicionales y la substancia, a no ser, por supuesto, que pueda demostrarse que la misma noción de propiedad disposicional o de substancia está plagada de contradicciones.

En el actual ambiente positivista y antimetafísico del pensamiento filosófico, muchos pensadores han prendido su fe en la noción de "proceso", considerándola como la categoría que más perspectivas ofrece para poder emanciparse de la metafísica. Empleo la palabra "fe" porque aun cuando forman legión las recomendaciones del proceso, son asombrosamente raras las exposiciones detenidamente razonadas que detallen de manera concreta cómo puede lograrse una reconstrucción en términos del proceso. Una de las excepciones se halla constituída por la argumentación de C. D. Broad en su obra *Examination of McTaggart's Philisophy.* Al intentar reducir la substancia al proceso, Broad realiza una tarea excelente, aunque no del

[1] C. D. Broad: *An Examination of McTaggart's Philosophy,* Vol. I, pág. 149.

todo convincente, hasta que pasa a ocuparse de las propiedades disposicionales. En este punto, su ataque consiste en argüir que los condicionales contrarios a los hechos, que son expresiones de propiedades disposicionales, se hallan desprovistos de sentido en la medida en que son construídos en torno a un sujeto singular, y sólo tienen sentido si se construyen en relación con una clase o especie, siendo equivalentes entonces a funciones que pueden expresarse en el modo indicativo.[1]

Así, si al expresar mi creencia de que un jarrón particular es frágil, digo: "Si este jarrón hubiera recibido un fuerte golpe se habría hecho pedazos", carece de sentido lo que digo si el sujeto de mi proposición es *este jarrón,* y si tiene sentido, entonces quiero decir que si en algún momento una substancia de la misma especie que este jarrón recibiera un fuerte golpe, se habría hecho pedazos.

Aunque este lenguaje sugiere que Broad se limita a sustituir un condicional de subjuntivo acerca de un individual por otro acerca de una especie, y, por consiguiente, no ha hecho otra cosa que desplazar el problema, de los individuales a las clases, dudo mucho que esto sea lo que él se propone. Creo más bien que se refiere a que la proposición acerca de las especies es una ley funcional, la cual puede expresarse en el indicativo. Entonces, reinterpretaría nuestra proposición original acerca de "este jarrón" como un ejemplo de la ley. En consecuencia, la enunciación original de que este jarrón es frágil tendría como análisis la conjunción de la ley general acerca de los jarrones y las siguientes dos proposiciones acerca de "este jarrón": 1) Si este jarrón recibiera alguna vez un fuerte golpe, quedaría hecho pedazos, 2) Si este jarrón recibe alguna vez un fuerte golpe, quedará hecho pedazos.

Esta argumentación me sugiere los siguientes comentarios:

1) Broad no ha demostrado que es disparatado emplear un condicional contrario a los hechos tratándose de cosas singulares. Por lo que yo puedo colegir, la razón que tiene para rechazar tales condicionales es ésta: Si x tuviera la propiedad p en el tiempo t, entonces carece de sentido suponer que x no tuvo p en el tiempo t. Broad pregunta qué sentido puede darse a esto, y al no poder dar una respuesta, saca la conclusión de que no lo tiene. Al menos una parte de la dificultad con que tropieza parece deberse al hecho de que no logra ver que la proposición de que el mundo está determinado de tal manera que no deja abierta ninguna posibilidad física no implica que la posibilidad física carece de sentido. Tomemos la proposición: "Si Roose-

[1] *Op. cit.* capítulo XIV, especialmente, págs. 274-287.

velt no hubiera muerto el 12 de abril de 1945, Truman no habría sido presidente el 12 de abril de 1945." Concedamos que el hecho de que Truman fuera presidente el 12 de abril de 1945 fué una resultante físicamente determinada del estado particular del mundo desde hace siglos, pero no por ello es menos justo que ese hecho fué tan contingente como las leyes de la naturaleza y como el estado particular del mundo en cualquier fecha anterior. De aquí que, aunque el hecho de que Truman fuera presidente pueda haber sido necesitado físicamente, no lo fué desde el punto de vista lógico, y el negarlo no es una afirmación desprovista de sentido. Unicamente si toda verdad acerca de una cosa formara parte de su esencia —es decir, sólo si fuera cierta la más rígida teoría de las relaciones internas— sería un desatino admitir la posibilidad de que Truman no fuera presidente el 12 de abril de 1945. Aunque me cuesta trabajo creer que Broad pudiera haber sostenido que si, desde el punto de vista de los hechos o como resultado de la determinación física, un particular posee cierta propiedad, la proposición de que no la posee carece de sentido, me veo sumido en gran perplejidad para encontrar otra explicación de su actitud. Por consiguiente, tengo que sacar la conclusión de que no ha logrado apoyar satisfactoriamente su afirmación de que los condicionales contrarios a los hechos en relación con los singulares carecen de sentido, y, por lo tanto, que no ha demostrado cómo pueden traducirse los condicionales de subjuntivo que expresan propiedades disposicionales a equivalentes de indicativo que no implican tales propiedades.

2) La negativa de sentido a los condicionales de subjuntivo acerca de singulares convierte en una parodia gran parte del uso que hacemos de las leyes funcionales. Su aplicación tanto a los contextos prácticos como teóricos suele implicar el juicio de lo que habría ocurrido si hubiera sucedido algo, o la predicción de lo que tendría lugar en el futuro si se adoptara tal o cual alternativa. Por otra parte, hasta las mismas leyes funcionales son en su mayor parte idealizaciones nunca plasmadas en hechos. Un buen ejemplo lo constituye la ley de la inercia.

Y finalmente, como argüiré más adelante, aun en el supuesto de que pudiera prescindirse de las propiedades disposicionales en favor de los acontecimientos y sus leyes, subsiste el hecho de que la misma noción de ley implica la de substancia.

Sin embargo, antes de volver a tratar de esa materia, quiero mencionar otra tentativa que se ha hecho por evitar las consecuencias acarreadas por las propiedades disposicionales, a saber, la del profesor Carnap.[1] Empezando por un "lenguaje" sin palabras disposiciona-

[1] Rudolf Carnap: "Probabilidad y Significación", *Philosophy of Science*, Vol. III, N° 4 (octubre de 1936).

les, él las introduciría en ese lenguaje, no por definición, lo cual reconoce que es imposible, sino por el procedimiento de las "frases de reducción". Tales frases expresan en términos del lenguaje inicial y de la lógica de la implicación material, series de condiciones bajo las cuales pueden usarse las palabras disposicionales y otras series bajo las cuales no deben ser empleadas. Supongamos, por ejemplo, que queremos introducir en nuestro lenguaje el adjetivo disposicional "frágil". Entonces estipulamos: 1) Si x recibe un fuerte golpe y se hace pedazos, entonces x es frágil; y 2) Si x cae sobre el pavimento y no se hace pedazos, entonces x no es frágil. De esta manera, estipulamos condiciones positivas y negativas para el empleo de la palabra "frágil". Estas frases de reducción no nos dicen el significado de la palabra, sino que enumeran las condiciones de su aplicabilidad o inaplicabilidad. Otras parejas adicionales de reducción enumeran más condiciones de éstas, con el resultado de una determinación progresiva de la correcta aplicación de la palabra. Pero, como Carnap reconoce espontáneamente, la determinación será siempre parcial. Con respecto a las clases de circunstancias no enumeradas, la expresión "x es frágil" —dice Carnap— "carecería de sentido". Esto es suficiente para demostrar que las frases de reducción no proporcionan una definición.

Sobre este mecanismo de Carnap, yo haría las siguientes observaciones:

1) Puesto que la determinación es siempre parcial, el *significado* del adjetivo disposicional no ha sido introducido en su lenguaje. Esto sería cierto aun en el caso de que pudiéramos especificar todas las condiciones, positivas y negativas, que sirven de prueba para la aplicación de la palabra, porque esa enumeración exhaustiva no sería otra cosa que una *equivalencia material formal* —no una identidad— entre la enumeración disyuntiva de las condiciones positivas y la verdad de la función x es frágil, y una equivalencia similar para la falsedad de la misma función. Consideremos otro ejemplo. Aun cuando al psicólogo fisiológico le fuera posible formular una serie exhaustiva de condiciones bajo las cuales puede decirse que un ser humano es consciente, y otra serie exhaustiva de condiciones bajo las cuales puede decirse que no lo es, estas series de condiciones no arrojarían ninguna luz sobre el significado de la conciencia. O bien, una enunciación correspondiente de todas las condiciones físicas o fisiológicas bajo las cuales tendremos una sensación de rojo no proporcionaría el contenido sensorial del rojo experimentado. Por importantes que puedan ser tales "definiciones behavioristas", no debemos dejar de reconocer que no son definiciones en el sentido usual, en el sentido de que el *definiendum*

puede ser reemplazado siempre por el *definiens* sin ninguna alteración del *significado*. Carnap no nos ha mostrado, pues, cómo introducir en un lenguaje de palabras no disposicionales el *significado* de una palabra disposicional. Todo lo que hace su procedimiento de frases de reducción es determinar hasta cierto punto las condiciones de la correcta aplicación de tal palabra.

Una razón al menos que impidió que Carnap intentara *definir* los adjetivos de propiedad disposicional consiste en que el uso de las nociones de la lógica de implicación material acarrea ciertas consecuencias paradójicas. Estas consecuencias se derivan principalmente del hecho de que proposiciones falsas implican materialmente todas las proposiciones y de que las funciones pueden ser vacuamente verdaderas. He aquí un ejemplo de esta paradoja: Si definimos "*x* es soluble en el agua" como "siempre que *x* es puesta en el agua, *x* se disuelve", nos vemos llevados a afirmar respecto a cualquier cosa que nunca ha sido ni nunca será puesta en el agua, que es soluble en el agua, independientemente de cuál sea su composición.

Aunque no tengo una prueba formal, dudo que puedan definirse las propiedades disposicionales o que puedan expresarse los condicionales contrarios a los hechos como no sea en términos no disposicionales y en los conceptos de la lógica material. Lo dudo, no precisamente porque nadie ha logrado hacerlo, sino porque la implicación y la equivalencia formales, al ser funciones extensionales, se encuentran entre muchas propiedades no sólo físicamente inconexas sino totalmente independientes en cuanto al significado, y también porque las proposiciones que las afirman pueden ser vacuamente verdaderas.

Agregaré de pasada que puesto que la relación entre los hechos expresados por el antecedente y el consecuente de la expresión de una propiedad disposicional no es una relación perteneciente a la lógica, tal propiedad no puede definirse en términos de las relaciones de una lógica estricta o intencional.

Es interesante hacer notar que todas las tentativas —o al menos todas las que yo conozco— que se han hecho por desembarazarse de las propiedades disposicionales, sea por reducción, sea por traducción, poseen una o ambas de dos características: 1) el uso exclusivo de una lógica material y 2) la exclusión de la noción de causación en todo sentido más fuerte que el de una mera conjunción constante en la experiencia, es decir, en todo sentido que no pueda expresarse en términos de una implicación o equivalencia formales.

Aunque creo que las propiedades disposicionales implican conexiones no expresables por medio de condicionales de indicativo de la forma "si... entonces", no me opongo a la expresión de ciertas implica-

ciones de proposiciones relativas a tales propiedades por medio de frases de esa forma, a condición de que distingamos cuidadosamente entre 1) la relación lógica que va de la proposición antecedente a la consecuente, y 2) la relación entre los estados de cosas expresados por estas proposiciones. Esta última relación es, como hemos dicho, la comprendida en las propiedades disposicionales, y, no perteneciendo a la lógica, no puede expresarse exclusivamente en términos de las nociones pertenecientes a la lógica.

Estoy plenamente de acuerdo con la opinión familiar de que esta relación es *causal*,[1] con tal de que la relación causal sea sintética y al mismo tiempo genuinamente conectiva. Más adelante aduciré que la causación en el sentido de Hume es inadecuada para fundar la inferencia empírica. Sostendré también que la conexión sintética requerida por la causación presupone la substancia y que, por consiguiente, la ley causal implica también la substancia. De ser así, ninguna resolución de cosas físicas o incluso de mentes en procesos o series de acontecimientos que ejemplifican la ley natural podría eliminar la necesidad de la substancia. Lo único que haría sería desplazar la localización de la substancia, de las cosas o mentes, a los acontecimientos y a las relaciones entre ellos.

Paso ahora a ocuparme de la relación entre substancia y ley. La estrecha relación entre substancia y ley causal ha sido sugerida por el hecho de que las proposiciones condicionales expresivas de propiedades disposicionales se enuncian a menudo en términos causales. Empezaré mi examen de este juego de relaciones recordando la opinión de Leibnitz de que los estados sucesivos de una substancia forman series causales, o, como algunos dicen hoy, forman series que obedecen las leyes de la física, y que la identidad de una substancia implica "la persistencia de la misma ley de la serie". Leibnitz llegó al extremo de decir: "Que debe haber una ley persistente, que implica los estados futuros de lo que concebimos como lo mismo, es precisamente lo que yo afirmo que constituye la misma substancia." Así estuvo a punto de identificar la substancia con la ley, pero no hizo la identificación. Sin embargo, Russell, al examinar la noción de substancia de Leibnitz, sugiere "lo fácil que le hubiera sido a Leibnitz desembarazarse... de la apelación a sujeto y predicado y sustituir con la unidad de la ley o de la serie la del sujeto lógico".[2] Semejante identificación parece ser la que han perseguido muchos filósofos recientes. Tal vez hayan pasado por alto el hecho de que tal identificación eliminaría de las series causales la

[1] C. J. Ducasse: "Sobre los atributos de las cosas materiales", *Journal of Philosophy*, vol. XXXI. Nº 3 (1 de febrero de 1934), págs. 57-72.

[2] Bertrand Russell: *The Philosophy of Leibniz*, pág. 47 y siguientes.

conexión entre sus términos, lo que la hace causal más bien que coincidental.

Pero ¿qué se entiende exactamente por la unidad de una ley? ¿En qué consiste? ¿Tienen unidad todas las leyes o sólo algunas? ¿Cuál es la señal de su presencia? Sospecho que el uso de semejante lenguaje sin dilucidación es una triquiñuela positivista para introducir de contrabando lo que se está negando. Esas disquisiciones acerca de la unidad parecen ser, o bien una aceptación disimulada de la substancia o una tentativa por introducir una generalidad o conexión genuina no dadas en la experiencia, sin admitir empero lo inadecuado que resulta el empirismo estricto para dar validez a cualquiera de ambas concepciones. Creo que Hume tenía razón al negar que encontremos en las experiencias sensoriales de transacciones supuestamente causales otra cosa que conjunciones o sucesiones. En ellas no encontramos ninguna conexión necesaria entre causa y efecto, ninguna generalidad ni ninguna unidad objetiva. La repetición dada en la experiencia es esencialmente diferente de la generalidad o universalidad. En las conjunciones empíricas no descubrimos ninguna constancia o generalidad, la cual es distinta que la expresable mediante una enumeración de proporciones singulares. Si hay alguna unidad o generalidad expresada por una proposición universal, lo que hace verdadera esa proposición trasciende la experiencia sensorial. Proporcionar este elemento no sensorial es una de las funciones de la substancia, la cual, es por lo tanto una hipótesis explicatoria de cualquier repetición que obtenemos en la experiencia. Así, las facultades de las substancias de Locke, o las actividades de las de Leibnitz, o las "conexiones secretas" de Hume, sirvieron de base a la unidad intrínseca de la ley y a la constancia intrínseca de la acción causal. Eran las agencias generadoras estables de las series empíricas que pueden expresarse como leyes.[1]

Russell ha formulado una de sus tesis más conocidas de la manera siguiente: la "base para suponer las substancias... es pura y exclusivamente lógica. De lo que la ciencia se ocupa es de *estados* de substancias y sólo éstos son los que pueden darse en la experiencia. Se supone que son estados de *substancias* porque se considera que son de la naturaleza lógica de los predicados, y por eso requieren sujetos de los que pueden ser predicados. Toda la doctrina depende, en general,

[1] Deseo señalar de manera explícita que, por lo que se refiere al análisis de la experiencia hecho por Hume, yo he limitado prudentemente mi aceptación del mismo a la experiencia *sensorial*. No estoy preparado para seguirle en su afirmación de que en la introspección, por ejemplo, de la acción voluntaria, no obtendremos otra cosa que conjunciones. En el capítulo II de su obra *Mind and Mater*, Stout ha demostrado, a mi juicio, que la argumentación de Hume sobre esta cuestión no es nada concluyente.

de este argumento lógico".[1] No pretendo negar que esta doctrina predilecta de Russell tiene algo de verdadero ni tampoco que es una aguda observación histórica. No por ello es menos cierto que la función metafísica de la substancia no ha sido simplemente la de un sujeto de predicación, sino que, por el contrario, ha consistido también en proporcionar la conexión presupuesta por la copresencia *estable* de cualidades y, permítaseme subrayarlo, de propiedades disposicionales. También ha consistido, como ya hemos explicado, en conectar los estados sucesivos de una serie ejemplificadora de una ley.

Puede abordarse la unidad presupuesta por la copresencia estable de cualidades reflexionando en la definición que Mill hace de la materia como una posibilidad permanente de sensación.[2] Así, decir que mi mesa es material equivale a decir que es una posibilidad permanente o, por ejemplo, sensaciones visuales y táctiles. Ello no implica que ahora manifieste cualidades tales como las de parda o dura, sino simplemente que, bajo ciertas circunstancias especificables, se manifestarían tales cualidades. De este modo, según Mill, cuando digo que mi mesa es parda, quiero decir solamente que si se cumplieran ciertas condiciones normales de iluminación, entonces, si un perceptor mira en la dirección adecuada, recibirá una sensación de pardo. Análogas definiciones serían válidas para otras cualidades o propiedades de la mesa material: su forma rectangular, dureza y peso, el hecho de ser combustible, destructible, etc. Por consiguiente, si Mill tiene razón, una cosa material es un conjunto de posibilidades copresentes de diversas clases diferentes y relacionadas entre sí de maneras complicadas.

La elección que hace Mill de la palabra "posibilidad" es evidentemente desorientadora, por reveladora que pueda ser de su positivismo. Se refería a algo más que a una posibilidad lógica, dado que por sujeto físico entendía algo más que una posibilidad lógica permanente, pues salvo una pura contradicción cualquier cosa correspondería a esa descripción. Mill asigna también a esas posibilidades una localización especial relativamente fija: "Cuando cambiamos de lugar no nos llevamos con nosotros las posibilidades permanentes de sensación: éstas subsisten hasta que volvemos."[3] Teniendo en cuenta la función de estas posibilidades, parecen diferir poco de las propiedades disposicionales o de las "facultades" de Locke. Afirmar que las posibilidades no actualizadas se mantienen unidas, permanecen en un lugar y se ma-

[1] Russell, *op. cit.*, pág. 49.

[2] John Stuart Mill: *An Examination of Sir William Hamilton's Philosophy*, capítulos XI y XII.

[3] *Op. cit.*, págs. 202 y siguientes.

nifestarán cuando se cumplan ciertas condiciones, es casi igual que afirmar la presencia de una substancia permanente con sus facultades: Mill sólo esquivó de nombre la substancia.

Análogas críticas me merecen otras opiniones que Russell expresa al ocuparse de las cosas físicas, como cuando las construye con datos de los sentidos. Sus construcciones son simplemente formulaciones de ciertos órdenes de datos o de datos posibles, totalmente desprovistos de toda condición para la estabilidad de esos órdenes o para las leyes que gobiernan sus cambios. La concepción de un objeto como un *continuum* multidimensional de radios, cada uno de los cuales está formado por un orden continuo de datos de los sentidos, olvida por completo su función metafísica, porque no proporciona una base y una explicación de la unidad y del orden formales tan caprichosamente descritos. Como análisis lógico, es digno del genio de Russell, pero como metafísica no beneficia a nadie.

Aunque sé que la palabra "facultad" es vaga y figurativa y son muchos los que la detestan, me parece útil para hacer explícitos algunos de los problemas implicados en una fundamentación metafísica de la inferencia empírica. Por ello, expondré más detalladamente mi concepción de la facultad, de su función y de su relación con las propiedades.

Cuando digo que una substancia tiene la propiedad disposicional, por ejemplo, de la fragilidad, lo que quiero decir *en parte* es que ahora cumple algunas pero no todas las condiciones necesarias para quedar hecha pedazos. Entre estas condiciones puede haber ciertas cualidades o relaciones. Parte de lo que quiero decir es también que proporciona la conexión o *síntesis en virtud de la cual* 1) se cumplen ahora las condiciones necesarias, y 2) las otras condiciones necesarias se combinan y forman juntas una condición suficiente para que la substancia se haga pedazos. Es decir, la substancia sintetiza las condiciones en una condición suficiente. Esta capacidad de sintetizar es la esencia de la facultad. Decir que algo posee cierta facultad equivale a decir, no sólo que tiene ciertos caracteres que, al ser complementados por otros, constituyen una condición suficiente del resultado especificado, sino también que tiene la *capacidad de sintetizar* estas condiciones, y, por lo tanto, generar el resultado, v. g., la rotura. Poseer una facultad es tener la facultad de hacer algo o de actuar de determinada manera cuando se dan ciertos estímulos o influencias.

Quiero recalcar que, aunque la posesión de cierta facultad implica ciertas condiciones necesarias, la *facultad* misma no es una serie de condiciones en el mismo sentido, sino que es de diferente orden del de las condiciones o la manifestación consecuente. No es una serie de

cualidades o relaciones, sino que es lo que hace que las cualidades y relaciones sean relevantes con respecto a otras cualidades o relaciones. De ello se deduce que considerar la enumeración de una serie de cualidades o relaciones como respuesta a la cuestión de lo que es una facultad, consiste simplemente en esperar una respuesta errónea, puesto que semejante serie de cualidades o relaciones no tienen nada que ver con la facultad.

Sospecho que la facultad es indefinible, pero esto no entraña que no pueda decirse nada de importancia o esclarecedor acerca de ella, o que no pueda relacionársela significativamente con otras ideas y, por lo tanto, esclarecerla con ellas a la vez que ella las esclarece. Esto es precisamente lo que yo he tratado de hacer y lo que quiero seguir haciendo ahora al sugerir la hipótesis de que la acción causal es la actividad sintético-creadora de la substancia y encuentra en ésta su localización. Así, cuando digo que algo es frágil, quiero decir, en parte, que posee en este momento una naturaleza que contiene parte de la causa de la rotura. La adición de otras partes necesarias de la causa realiza entonces la causa de la rotura, que es el efecto. En un caso de acción causal, la substancia hace, por consiguiente, tres cosas: 1) proporciona parte de la causa, 2) sintetiza esta parte con las otras procedentes del exterior, y 3) genera la situación "jarrón roto" llamada el efecto.

Extendiendo esta dilucidación por interrelación, quiero ahora relacionar la noción de un objeto físico con la concepción de substancia que acabamos de formular. Se acostumbra a explicar la conducta regular u ordenada suponiendo la existencia de objetos que poseen ciertas propiedades, y, a la inversa, nos negamos a aceptar que una cosa es un objeto físico a no ser que su conducta se ajuste a las reglas, es decir, a no ser que sean verdaderas, con respecto a ella, ciertas proposiciones condicionales. Un objeto debe tener la potencialidad de manifestar o causar cualidades de conformidad con las reglas, cualidades que no lo caracterizan ahora o que no son ejemplificadas ahora e incluso que nunca ha exhibido ni nunca exhibirá.

Por otra parte, estas reglas o leyes de acuerdo con las cuales se comporta una cosa, son, por lo que la experiencia nos revela, *sintéticas*. El vínculo o conexión entre los acontecimientos descritos por el antecedente y el consecuente de la ley no es dado en nuestra experiencia de esos acontecimientos, y, como también nos enseñó Hume, no es dado en ninguna experiencia sensorial. Ahora bien, o esa conexión existe o no. Si no existe, entonces la conducta regular es asunto puramente fortuito, es inexplicable y no constituye una indicación válida de los objetos físicos ni de ninguna otra cosa, salvo de los datos mismos. Si, por el contrario, existe esa conexión, debe concedérsele una posición

genuina en el mundo. Esa posición es otorgada por una hipótesis que ya tenemos a mano, a saber, la de la substancia con sus facultades sintético-generativas. Repitámoslo: si es exacto el análisis humano de la experiencia sensorial, nuestros sentidos son ciegos para las conexiones genuinas, y, de ser así, la base de cualquier dato sensorial ordenado y estable no puede estar inmanente en ellos, sino que debe ser algo que los transciende. Tiene que ser, para emplear las palabras de Hume, las "conexiones secretas" que unen a los acontecimientos. Nuestra hipótesis consiste en que esta base es la substancia.

Ahora bien, si la ley es general, no sólo aplicada a un corte transversal del mundo, sino también a través del tiempo, y, por ende, estable, la función conectiva o sintética de la substancia y, por lo tanto, la substancia misma, tiene que tener una permanencia correspondiente. Por lo tanto, la significación de la permanencia de la substancia es no sólo la de la existencia de las cosas a través de una duración, sino la de la estabilidad de la ley natural. El análisis de esta permanencia y de la relación de la substancia con el tiempo está repleto, en verdad, de problemas tan difíciles y evasivos como los involucrados en la noción de facultad. Aunque no pretendo estar en condiciones de resolverlos, creo que su existencia no constituye una objeción peculiar a la categoría de substancia. Lo creo así porque estas dificultades tienen que acosar a toda hipótesis destinada a explicar la estabilidad de la ley. Por ejemplo, si una ley es estable a través del tiempo, tiene que trascender el tiempo. En caso contrario, nos veremos amenazados por dificultades similares a la que Descartes trató de resolver haciendo de Dios una causa conservadora. Y si la ley ha de trascender el tiempo, la substancia o cualquier otra base ontológica que asignemos a la ley tiene que trascenderlo también. Por fortuna, cae fuera del radio de acción de este estudio explicar cómo ha de concebirse esta trascendencia: si, por ejemplo, haciendo el tiempo inmanente en la substancia, dependiente de ella, o de alguna otra manera. Ahora debemos abandonar estas especulaciones para entregarnos a consideraciones más cercanas a la tierra.

He afirmado que toda evidencia de que los datos de la experiencia se producen con arreglo a una ley estable o de una manera ordenada demuestra la existencia de la substancia como base de esa ley u orden. Temo que esta proposición sea considerada por muchos simplemente como algo que salta a la vista. Se aducirá que todos los datos posibles de la experiencia son ordenados y no pueden dejar de serlo, y de aquí que a no ser que toda experiencia posible sea prueba de la substancia, ninguna experiencia lo es. Un recurso favorito que se emplea en apoyo de esta posición consiste en la verdad de que toda serie fini-

ta dada de elementos que poseen ciertas dimensiones cuantitativamente asignables puede presentarse como ejemplo de un orden, y que ese orden puede formularse en una ecuación. Es decir, puede derivarse una ley que asigna a cada elemento un lugar específico en un conjunto ordenado. De esto se deduce que no puede dejar de atenderse la exigencia de un orden, y, por consiguiente que el orden no necesita ninguna base ontológica. Ahora bien, acepto esta premisa matemática, pero niego que de ella se derive la conclusión alegada. Lo único que se deriva de ella es que pueden formularse siempre órdenes *ad hoc* a los que se ajusten los datos dados. Sin embargo, esto no basta para la inferencia científica. Nadie negará hoy que, para ser aceptable por la ciencia, una ley o generalización empíricas tienen que ser fructíferas en valor predictivo. Esto significa que la ley o generalización tiene que ordenar no sólo los elementos cuyos valores dimensionales han sido utilizados como datos para formularla, sino también otros elementos de la misma clase cuyos valores dimensionales no estaban incluídos en los datos. No es ninguna respuesta decir que una ley *ad hoc* puede ser corregida continuamente a medida que se observan más y más casos, porque esa ley corregida es, en cada etapa del proceso, una ley *ad hoc,* que describe los datos en los que se basa, pero no constituye un fundamente suficiente de acierto probable en la predicción de datos ulteriores.

Permítaseme presentar un ejemplo. Supongamos que en un momento dado de la historia de una ruleta honesta o perfecta, se dan los números ganadores por el orden de su selección. En tal caso, es posible formular una ley o función tal que la variable dependiente será el número seleccionado, y la variable independiente indicará la posición ordinal del número seleccionado. Ahora bien, esta función o ley es del género que he llamado *ad hoc,* porque, aunque emana de los datos empleados para descubrirla, no nos permitirá predecir cualquier selección futura con mayor probabilidad que la de cualquier otra selección de la misma forma. Esto significa simplemente que la experiencia no puede enseñarnos a ganar en una ruleta honesta. En cambio, la hipótesis de que podemos aprender a ganar en la ruleta, entraña que ésta no funciona honradamente sino que tiene alguna propensión constante en favor de algunos números y en contra de otros. En tal caso, de las selecciones pasadas puede derivarse una ley que hará probable la predicción o el método de ganar.

En general, podemos, pues, decir lo siguiente: todo el que crea que puede aprender de la experiencia, no ya lo que ésta le ha presentado en realidad, sino lo que le presentará en el futuro, presupone, no sólo 1) que ciertos órdenes ejemplificados por los acontecimientos pa-

sados serán ejemplificados asimismo por los del futuro, sino también 2) que, a pesar del número de tales órdenes correspondientes a los acontecimientos hasta una fecha especificada, los datos presentados hacen probable que cierta serie finita de esos órdenes alternativos contenga el orden estable que no será invalidado por acontecimientos futuros, y 3) que datos adicionales confirmarán algunas de las alternativas restantes e invalidarán otras. La enunciación exacta de estos requisitos formales cae fuera del radio de acción de este trabajo. Lo que a mí me interesa hacer constar es que la validez del conocimiento empírico presupone la verdad de tales requisitos formales, los cuales, a su vez, entrañan presuposiciones ontológicas que rebasan los datos de la experiencia. Es decir, para que pueda haber leyes genuinamente predictivas, debe existir alguna matriz objetiva que trascienda los datos de la experiencia y que sirva de base, no sólo de la verdad, sino de la misma significación de las leyes y generalizaciones científicas. La hipótesis de substancia está destinada a proporcionar esa matriz y ese fundamento.

Evidentemente, un argumento análogo puede formularse en términos de causación, deduciendo que la causación, según la definió Hume, es inadecuada para dar validez a la inferencia empírica. El propio Hume lo reconoció francamente, y como a partir de entonces se ha señalado una y otra vez este hecho, sería necesario examinarlo de nuevo. Así y todo, como todavía es un lugar común aceptar el análisis humano sin profesar empero sus conclusiones escépticas, repetiré brevemente, en términos causales, el precedente argumento para establecer una base ontológica del conocimiento.

Debemos distinguir, como Hume distinguía a veces, entre la clase de *evidencia* que tenemos para la proposición de que los cambios de los géneros A y B están relacionados causalmente *y lo que* entendemos por esa relación. Como ya he dicho, creo que Hume tenía razón al sostener que la única evidencia presentada en la experiencia sensorial son los casos particulares de la conjunción del tipo A y B. Partiendo de estos casos, *nosotros* pasamos a generalizar la proposición universal de que "todos los tipos A van seguidos de tipos B", lo cual, según la definición de Hume, no es sino otra manera de decir que los tipos A causan los tipos B. Ahora bien, la generalización sólo es un modo válido de injerencia en cuanto a las credenciales de una teoría de la generación de los acontecimientos, de una teoría que implica que la producción de todo cambio A entraña un cambio B en virtud de condiciones ontológicas tales como las que hemos indicado anteriormente al examinar las facultades y que nos parecieron esenciales para la acción causal. De aquí que consideremos que la causación, en lugar de ser

una conjunción constante, es la que explica ésta y la que justifica la extrapolación de algunos casos de conjunción a casos ulteriores.

Será conveniente que nos detengamos un momento ante la falacia que representa el confundir la evidencia con aquello de que es evidencia. Esta confusión ha sido refinada técnicamente, elevada a la categoría de principio y precepto, y, con este papel exaltado, ha constituído el arma favorita de los antimetafísicos. Despojada de su ropaje técnico, se muestra como una triquiñuela que deriva de suposiciones implícitas la potencia filosófica que pueda poseer. Su estructura consiste esencialmente en esto: Tenemos una clase A de datos, que son tomados como evidencia de B, y que, por consiguiente, serían explicados por la hipótesis de B. Entonces, definimos, o, para usar un lenguaje más a la moda aunque menos claro, *construímos* B con los datos de A, y así, tendremos B a la vez que A, al parecer sin necesidad de invocar auxilios metafísicos. Haciendo justicia a Russell, debo decir que éste no se ha dejado nunca engañar completamente por esa triquiñuela tan ingeniosamente urdida, sino que ha reconocido siempre que su empleo filosófico entraña tres suposiciones que trascienden los datos dados, por ejemplo, continuidad, falta de sujeción del espacio y tiempo a las leyes, suposiciones que vuelven a plantear el problema metafísico. Podríamos hacer notar también que el propio Hume fué menos culpable de este tipo de razonamiento que muchos de sus discípulos. No olvidemos que Hume no negó sino que afirmó efectivamente la existencia de causas "secretas" y de "conexiones secretas". Lo que negó fué que la experiencia nos enseña algo más que "cómo un acontecimiento sigue constantemente a otro".[1]

Por lo que se refiere a la definición de la causación como conjunción constante, quiero señalar otro punto, a saber, que, aun en el supuesto de que la "constancia" de cualquier conjunción experimentada no fuera infinitamente menor que la afirmada por una proposición universal —incluso si la constancia conocida fuera universal— tendría por sí misma la categoría de una coincidencia. No sería explicada, carecería ella misma de todo valor explicatorio y su participación en la ciencia sería tan nula como la enunciación del número de granos de arena en la playa. Las proposiciones universales sólo son significativas para el conocimiento científico partiendo de la suposición de que su veracidad se funda en alguna clase de conexión que explica las correlaciones que expresan. Quizás podamos expresar

[1] "...La experiencia sólo nos enseña cómo un acontecimiento sigue constantemente a otro, sin instruirnos en cuanto a la secreta conexión que los une y los hace inseparables." *An Enquiry Concerning Human Understanding*, sección VII, parte I.

este punto de vista de la siguiente manera: la significación del "término general" de un orden no estriba simplemente en que cada término particular es un ejemplo del mismo, sino también en que expresa el *principio* del orden, principio que es ontológicamente anterior a su especificación en ejemplos. De aquí que la generalización de términos particulares al "término general" sólo se justifique partiendo de la premisa de que los datos están conectados y son generados de tal manera que el "término general" puede considerarse representativo *de jure,* no *de facto,* de todos los casos de su especie. Si esta premisa es falsa, las proposiciones generales se reducen a enunciaciones de accidentes, que tal vez pueden conmover nuestra imaginación, pero que no dejan de ser accidentes. Sin embargo, para que la premisa no sea falsa, es necesario que sea cierta alguna hipótesis como la de substancia.

Un notable filósofo ha dicho recientemente: "No hay nada en la experiencia o en los acontecimientos experimentados que requiera, justifique o pudiera ser iluminada por la hipótesis de que la causación es en realidad una especie de relación distinta que la de correlación regular".[1] Es verdad, en efecto, que no hay nada en la experiencia o en los acontecimientos experimentados que requiera algo más que una correlación regular, y en rigor, yo iría más lejos y diría que no requieren nada, ni siquiera la correlación regular. Tampoco justifican, como datos brutos de los sentidos, ninguna teoría de la causación. A mi modo de ver, nada requiere justificación para su simple existencia como no sea una justificación moral. Pero esto no implica que nada necesite justificación. Lo que la necesita es nuestra creencia de que un acontecimiento es causa de otro de tal modo que uno de ellos es indicio seguro del otro. Pero este hecho no se deriva en la teoría de que la causación no es otra cosa que la conjunción constante. No sólo eso, sino que la definición humana no es una *teoría* de la causación y nada se desprende de ella: más bien es una negativa de la posibilidad de formular una teoría explicatoria de las secuencias de los acontecimientos. A no ser que creamos que existe algo más en lo relativo a la causación que la conjunción constante, podríamos renunciar a seguir aconsejando el empleo de los métodos de la ciencia para la investigación del conocimiento.

Ahora bien, ya sé que, influídos como estamos por la gran tradición empírica de la filosofía moderna y sensibles al positivismo y naturalismo vigorosos de hoy, pocos de nosotros se sienten a gusto, no ya defendiendo, sino examinando la substancia, las facultades o

[1] W. R. Dennes: "Las categorías del naturalismo", en *Naturalism and the Human Spirit,* editado por Y. H. Krykorian, pág. 291.

para predecir los acontecimientos del futuro equivale a decir algo acerca de estos acontecimientos. La diferencia puede compararse con la que existe entre seguir un camino cerrado y llegar hasta nuestro destino. Antes de terminar el viaje no podemos estar seguros en ningún momento de que el camino no es un callejón sin salida, y sin embargo, el hecho de que prosigamos nuestra marcha se basa en la probabilidad racional de que no todos los caminos son callejones sin salida. Todas nuestras actividades prácticas y toda la ciencia pura presuponen que tal es el caso. En esta suposición, por lo tanto, estriba el valor epistemológico de una categoría como la de substancia.

Me doy perfecta cuenta de que en cada una de las etapas de mi argumentación he pasado por encima de problemas inextricablemente involucrados con el de la substancia. Por ejemplo, ¿cuál es la relación entre substancias diferentes? ¿Pueden ser las substancias partes de otras? De ser así, las propiedades del todo, ¿se derivan de las de las partes, o viceversa? La respuesta a estas preguntas puede tener una importante repercusión en cuanto a la naturaleza de la ciencia histórica y social. Tampoco he dicho nada acerca de la relación entre esas cuasi substancias llamadas acontecimientos y la substancia presupuesta por una serie ordenada de acontecimientos. Estas cuestiones forman parte integrante de dos problemas metafísicos básicos planteados por nuestra tesis de que la substancia es el fundamento metafísico de la ley, a saber, los problemas cualitativos y cuantitativos del monismo y del pluralismo. No me ocuparé de estas cuestiones salvo para decir, por lo que se refiere al problema cualitativo, que toda teoría que adscriba a la substancia una naturaleza inerte o puramente pasiva es inadecuada para el papel sintetizador y causal que desempeña y falsea los aspectos dinámicos de la existencia. En cuanto al problema cuantitativo, diré que, en la medida en que en el mundo hay ley o unidad tiene que haber una substancia tan penetrante como la ley o la unidad misma. La historia de la metafísica puede interpretarse como la tentativa de los filósofos por mantener una ruta intermedia entre el pluralismo extremo, que destruiría el conocimiento por la desintegración, y el monismo extremo, que lo destruiría convirtiendo en desatinos todas las distinciones atestiguadas por la experiencia y presupuestas por la misma posibilidad del conocimiento empírico. Sólo podemos librarnos de los arrecifes del pluralismo trazando una ruta en términos de *conexiones* ontológicas, y de los del monismo construyendo esas conexiones como *sintéticas*.

He sostenido que la categoría de substancia es indispensable para toda hipótesis que tienda a suministrar estas conexiones ontológicas sintéticas, y que, por lo tanto, resulta presupuesta por la validez

las conexiones sintéticas. Coincido con estas tendencias de pensamiento en cuanto a creer que es saludable y justo que toda creencia que implique algo que trascienda la experiencia debe ser mirada con recelo y sometida a pruebas, no sólo de verdad, sino también de significación. Dentro de este criterio, por lo que se refiere a la suposición de substancia, facultad o conexión, que no puede ser ni confirmada ni invalidada por la experiencia, preguntémenos cuál es la significación cognoscitiva que tiene exactamente, y así mismo, ya que toda posible secuencia de la experiencia está en consonancia con ella, qué diferencia puede representar su verdad o su falsedad.

Al contestar estas preguntas, empezaré por admitir que la verdad o falsedad de tal suposición no puede introducir ninguna diferencia discernible en la experiencia, y que, por lo tanto, la diferencia que cree no ha de encontrarse en los datos de la experiencia. Pero de esto no se sigue que ninguna proposición acerca de la experiencia podría ser verdadera en un caso pero no en otro. Refirámonos nuevamente a nuestra distinción entre orden y orden estable. Ninguna serie de acontecimientos puede contradecir la proposición de que éstos ejemplifican un orden estable o con la proposición de que no lo ejemplifican. De aquí que, en cualquier momento dado de la historia, los acontecimientos del pasado, por sí mismos, no pueden servir de prueba en favor o en contra de la proposición de que ejemplifican un orden formado tanto por ellos como por los acontecimientos futuros. Por lo que sabemos, las regularidades consignadas en la historia y utilizadas como los datos de la ciencia pueden ser series de acontecimientos puramente accidentales. En cualquier fecha especificada de la historia, la situación empírica será la misma, pero en esa fecha habrá presumiblemente acontecimientos venideros, y la cuestión que entonces se plantea es ésta: ¿Son los datos pasados una prueba de lo que ocurrirá en el futuro? Aunque la respuesta no será asequible, la pregunta tiene sentido porque conocemos una consecuencia importante y significativa de cada una de las dos respuestas posibles, a saber: 1) Si los datos pasados constituyen una prueba de los futuros, entonces es válida la inferencia científica, y 2) si los datos pasados no constituyen una prueba de los futuros, entonces la ciencia no es otra cosa que una fe ilusoria y ciega; y cualquier éxito que tenga no es tal éxito, sino que se debe a la *suerte*. Por consiguiente, la diferencia que puede derivarse de las conexiones transcendentes o de la substancia, consiste en la diferencia entre el crédito o la falta de crédito que cabe atribuir a la inferencia. Insisto en que se trata de una diferencia repleta de significación. Decir que los acontecimientos del pasado constituyen indicios en los que puede confiarse

de la inferencia empírica. Como categoría última, la substancia tiene la virtud de relacionar entre sí nociones básicas tales como cosa, propiedad, causalidad y ley. En cuanto a su experiencia trascendente, yo formularía la cuestión de esta manera: *si* creemos que podemos aprender de la experiencia, tenemos que admitir que algún fundamento ontológico transciende los datos de la experiencia.

DIRK J. STRUIK [1]

LA MATEMATICA [2]

Nuestras concepciones matemáticas se formaron como resultado de un prolongado proceso social e intelectual, cuyas raíces se esconden en el remoto pasado. Sus orígenes pueden buscarse en el período neolítico, cuando los hombres, en lugar de limitarse a buscar y conservar sus alimentos se convirtieron en productores de los mismos, sentándose los cimientos de la agricultura, la domesticación de ganado y, eventualmente, el trabajo de los metales. Los vestigios de algunas actividades de la edad de piedra —productos de carpintería, tejido, cestería y alfarería— prueban que esas actividades pudieron estimular el desarrollo de concepciones geométricas. Los procedimientos primitivos de contar, reducidos primeramente a la forma "uno, dos, muchos", condujeron gradualmente a una manera más precisa de denotar los números, desde uno hasta diez, y posteriormente, hasta números más grandes. Durante la edad de piedra hubo un tráfico considerable, que estimuló también el arte de contar. El estudio de los lenguajes africanos o indoamericanos revela sistemas de numeración, a veces en escala decimal o en una escala de cinco, doce o veinte. Aquí y allá aparecen fracciones simples.[3] Esto condujo a la noción abstracta de número y forma. Cuando en Sumeria y Egipto aparecen los primeros

[1] Dirk J. Struik es profesor de matemáticas del Instituto de Tecnología de Massachusetts, donde viene prestando sus enseñanzas desde que llegó a los Estados Unidos en 1926. Anteriormente, se doctoró en Filosofía en la Universidad de Leiden y estudió en Roma y Gotinga, como becado de la Fundación Rockefeller. Ha escrito artículos y libros sobre la geometría diferencial de más de tres dimensiones y sobre el cálculo tensor. Le interesa también la historia de la ciencia y acaba de publicar sus libros *Concise History of Mathematics* (dos volúmenes) y *Yankee Science in the Making*. (*N. del editor.*)

[2] El autor desea hacer constar su gratitud a W. T. Parry por sus valiosas críticas.

[3] D. E. Smith: *History of Mathematics* (Boston, Ginn, 1923-1925), vol. I, págs. 6-18.

documentos escritos, revelan ya algún dominio de las reglas aritméticas simples. Se advierten tales reglas cuando cuatro aparece como dos más dos, diecinueve como veinte menos uno, veinte como dos veces diez. Los lenguajes muestran también estas relaciones en su manera de expresar los números cardinales. Hicieron su aparición los dibujos en vestidos, cestas y alfombras; se tensaron, ligaron y anudaron cuerdas, y surgieron algunas figuras regulares como símbolos protectores en los ritos mágicos.

Este proceso se vió acelerado en el siguiente período de desarrollo cultural, el de las primitivas civilizaciones de Oriente: Egipto, India, Babilonia y China. Aquí, la matemática apareció ya como una ciencia, pero primero y ante todo como una ciencia práctica, y hasta empírica, indispensable para la agricultura, la medición de la tierra, la tributación, la ingeniería y el arte de la guerra. La veracidad de las proposiciones y teoremas aritméticos y geométricos era comprobada constantemente en los tratos del hombre con la naturaleza y con su propia estructura social.

La etapa empírico-práctica de la matemática fué complementada, casi desde sus comienzos, por una definida tendencia opuesta, una tendencia hacia la abstracción. La creación de los mismos conceptos de número y figura fué un hecho de abstracción tal, que probablemente debe asociarse con un nivel relativamente elevado de la vida neolítica. Pero tan pronto como se crean estos conceptos, adquieren vida propia. La suma, la resta, la multiplicación empiezan a ser entendidas como operaciones abstractas, ejecutadas primeramente con objetos, pero después también con los símbolos mismos. Se descubrió que mediante la suma el sistema de números puede extenderse indefinidamente y es posible tener un atisbo de la impresión que esto debió ejercer si se advierte el interés que pusieron los pueblos agrícolas primitivos en la manipulación de números muy grandes. Este hecho es importante para comprender cómo pueden crearse las concepciones matemáticas generalizadas en el mismo proceso social, porque la experiencia directa no conduce a una noción definida de cualesquiera números, sino de los pequeños. También los conceptos de línea, plano y círculo empezaron a adquirir vida propia.

La primitiva historia de las matemáticas descubre, pues, lo que Stuart Mill observó hace cien años: que las premisas originales de esta ciencia

> de las cuales se deducen las verdades permanentes, pese a todas las apariencias en contrario, son un resultado de la observación y la experiencia, y se fundan, en suma, en la evidencia de los sentidos.[1]

[1] Mill: *A System of Logic* (Nueva York, 1848), pág. 364.

Ahora sabemos que la concepción de Mill de estas premisas originales pecaba de exceso de simplificación, que los axiomas de la aritmética y la geometría entrañan algo más que lo que él creía. Pero es cierto que las matemáticas, como ciencia, se desarrollaron mediante la elaboración de conceptos abstractos basándose en el material empírico y dejando luego que estos conceptos vivieran su vida propia. Lo general se desarrolló partiendo de lo particular; el método, del ejemplo. Este desarrollo de una ciencia abstracta no condujo de hechos objetivos a hechos imaginativos, sino de la verdad empírica directa a una verdad situada en un plano más elevado de generalidad. En lugar de contar series de pequeña extensión, tales como los dedos, pudieron enumerarse rebaños o ejércitos. La suma, la resta y los principios de la multiplicación se extendieron de números pequeños a otros mayores. Con el descubrimiento de que podían escribirse todos los números dentro de la estructura de un sistema (generalmente, el decimal), es decir, en la forma $a_0b^n + a_1b^{n-1} + \ldots + a_{n-1}b + a_n$ ($a_0, \ldots, a_n$ menos que b, b generalmente $= 10$), se encontró ya una importante ley aritmética, aunque, por supuesto, no en esta forma explícita. En este interjuego de inducción y deducción, las matemáticas mostraron ya desde su mismo nacimiento algunos de los aspectos de una verdadera ciencia.

E. T. Bell hace notar que los intuicionistas modernos, que aceptan la formación de la secuencia inacabable de los números naturales como "intuición original", puede que cuenten con un punto de partida inatacable para una construcción abstracta de las matemáticas, pero su posición es claramente antihistórica. No cabe duda que la intuición "es punto menos que universal entre los primitivos, que, presumiblemente, son seres humanos".[1] La concepción de los números naturales fué el resultado de un proceso de generalización aplicado, en milenios de práctica humana, a los datos empíricos, proceso sometido constantemente a prueba a la luz de la nueva experiencia. Esta experiencia se amplió con la llegada de las sociedades orientales que practicaban la irrigación, pero el proceso de abstracción continuó también a ritmo acelerado.

Con el desarrollo de la antigua civilización oriental, advino otro progreso que hizo que las matemáticas se divorciaran considerablemente del mundo de la experiencia directa: la enseñanza de las matemáticas en las escuelas de escribas, en los templos y edificios administrativos de Menfis, Babilonia y otros centros orientales.

[1] Bell: *The Development of Mathematics*, segunda edición (Nueva York, McGraw-Hill, 1945), pág. 561.

La preparación de nuevos administradores condujo al planteamiento de problemas abstractos con fines de enseñanza, y esto empezó a adquirir ya la forma de un cultivo de las matemáticas por su propio valor. Se llegó así a una nueva manera abstracta de abordar los problemas relativos a número y espacio, en la que surgieron algoritmos, teoremas y teorías. Los babilonios del segundo milenio antes de J. C. conocían las relaciones numéricas entre los lados de un triángulo rectángulo, conocidas ahora como el teorema de Pitágoras y resolvían ecuaciones cuadráticas y algunas cúbicas y bicuadráticas. Parte de estas actividades, más complicadas, principalmente numéricas y algebraicas, puede explicarse por las exigencias de la astronomía, pero existía claramente un cultivo de las matemáticas por sí mismas. Las relaciones matemáticas, que se descubrieron y estudiaron independientemente de su aplicabilidad directa, fueron el resultado de la lógica intrínseca y del poder creador de las matemáticas mismas. La relación de estas matemáticas orientales con la práctica siguió siendo siempre harto notoria, y la estructura lógica se desarrolló muy poco. Sin embargo, la comprobación de la solución numérica de una ecuación de grado superior no se encuentra ya en su aplicación a la tributación, a la geodesia e incluso a la astronomía, sino en la estructura matemática de la ecuación misma. Este desarrollo, iniciado así, fructificó plenamente en las matemáticas griegas.

Un ejemplo instructivo de la manera en que los nuevos conceptos matemáticos surgieron de la lógica del simbolismo mismo, aunque siguieron expresando al mismo tiempo relaciones en el mundo objetivo, se encuentra en la introducción del cero. Los babilonios usaban un sistema sexagesimal de numeración (que facilita la computación fraccional) superpuesto a un sistema decimal (que presenta en su base diez el vestigio constante de que el concepto de número cristalizó en la práctica comercial de contar con los dedos). Este sistema sexagesimal se expresó en un sistema de "valor del lugar", que fué a su vez un gran descubrimiento en el formalismo matemático. El uso de un símbolo social para el cero llegó como complemento necesario del mencionado sistema, para señalar la diferencia entre la notación de números tales como $2 \times 60^2 + 5$ y $2 \times 60 + 5$. Aquí, el desarrollo del simbolismo matemático mismo condujo, no sólo a una extensión del sistema numérico, sino también a la introducción del símbolo cero en el razonamiento matemático. La historia de este símbolo, especialmente en la matemática india, lo conecta con la concepción del vacío, que desempeña también un papel en la física aris-

tótélica.[1] No sólo el ser, sino también el no ser, se convirtió en tema de la operación matemática, como preliminar de la matemática del devenir, de la matemática del cambio. Hay que insistir en que esta introducción del cero no significaba que la matemática cayera en ociosas especulaciones, sino que no hizo más que simplificar su procedimiento de ocuparse de los objetos, caracterizados por los números naturales así como por las fracciones.

Con la clase de los mercaderes jónicos del siglo VI antes de J. C. dió comienzo el desarrollo de la estructura lógica de las matemáticas. Esto constituyó un aspecto del racionalismo jónico en su conjunto, que se desarrolló en una atmósfera de actividades comerciales a las que el despotismo oriental no puso demasiados obstáculos. Sabemos muy poco acerca del desarrollo de esta nueva manera de enfocar las matemáticas, aunque parece bastante seguro que algunos de sus descubrimientos —lo irracional y las paradojas del infinito— se desarrollaron como parte de las luchas ideológicas entre la aristocracia y democracia en la Edad de Oro de Grecia. Se reveló claramente la estructura nórdica de la matemática, la posibilidad de un fundamento axiomático de esta ciencia. La elaboración posterior de estos fundamentos tuvo lugar, primero en la península griega en la escuela de Platón, y después por conducto principalmente de los sabios profesionales en la corte de los Ptolomeos en Egipto y de algunos otros monarcas helenísticos. La totalidad del período creador de la matemática "griega" duró solamente unos cuantos siglos y tuvo lugar en un escenario social verdaderamente excepcional cuyo estudio requiere todavía un cuidadoso análisis. El período comenzó con la primera aparición de una democracia en la historia —aunque una democracia coexistente con la esclavitud— y presenció el desarrollo de una aristocracia dueña de esclavos, de la que Platón era un representante, que luchaba contra los restos de democracia, y llegó a su fin en los primeros siglos del helenismo, cuando Grecia y Oriente se reunieron bajo la hegemonía griega. Durante el imperio romano, cuando la esclavitud alcanzó mayor importancia y se convirtió cada vez más en la base de la propiedad, a la vez que Grecia y el Oriente quedaban reducidos a la categoría de colonias, las clases gobernantes volvieron a caer en una cómoda mediocridad en la que no podía sobrevivir la originalidad.

Se abandonó entonces el contacto inmediato con la práctica en la forma típica de la matemática "griega". Los hombres que crearon esta matemática estaban en efecto distanciados del comercio y del

[1] C. B. Boyer: "El cero: el símbolo, el concepto y el número", *National Mathematics Magazine,* vol. XVII (1944), págs. 323-330.

trabajo manual y se les había enseñado a despreciarlos. Así pudieron consagrar todo su tiempo al esfuerzo creador de una naturaleza abstracta. En los *Elementos* de Euclides se situaba a la matemática dentro de un riguroso esquema deductivo. Los teoremas se derivaban de un pequeño conjunto de axiomas. No se formulaban preguntas respecto al origen de los axiomas ni se daban respuestas. Aunque la elección de los axiomas y los postulados, así como el lenguaje en el que son expresados, indica aún su relación con el mundo objetivo, los teoremas son demostrados reduciéndolos a los axiomas y postulados. Se echa de menos toda tentativa de probar la verdad de los teoremas con la experiencia, si bien subsiste el hecho significativo de que muchos de los teoremas de Euclides pueden probarse sobre figuras materiales y resultar exactos dentro de los límites de la observación. Sólo hay, por ejemplo, cinco poliedros regulares diferentes, como prueban ampliamente los experimentos con modelos de cartón o yeso y la investigación sobre los cristales. Sin embargo, en los conceptos matemáticos de Euclides hay conceptos que ya no pueden ser sometidos a experimento, y aquí es donde resulta más evidente el progreso del razonamiento matemático más allá de la experiencia inmediata. La prueba entre la conmensurabilidad e inconmensurabilidad de los segmentos lineales radica en la razón, no en el experimento, y aunque todavía podemos demostrar con la comprobación efectiva que el volumen de la pirámide es el tercio del de un prisma de base y altura iguales, la prueba requiere el método exhaustivo, es decir, la estructuración de la pirámide en tan gran número de pequeños prismas que nos parece preferible encontrar la demostración sólo por el razonamiento. El razonamiento mismo ha creado sus propias leyes. La prueba de la verdad en las matemáticas se ha convertido ahora en la ausencia de contradicciones. Un teorema es verdadero cuando puede reducirse gradualmente, mediante ciertas operaciones lógicas aceptadas, a una serie de axiomas, cuya verdad es simplemente postulada. La matemática moderna ha aceptado sin reservas este criterio de verdad: la prueba de la verdad de una teoría matemática es la ausencia de contradicciones lógicas. En los tiempos modernos, las pruebas se han trasladado de la geometría a la aritmética, de la aritmética a la lógica. Las diferentes teorías de nuestro tiempo respecto a la fundamentación de estos campos se ocupan todas de métodos destinados a probar las contradicciones posibles de un sistema matemático, o mejor, las contradicciones y saltos (consecuencia e integridad). Cuando prevalece tal punto de vista, la cuestión de probar la verdad de la matemática como una imagen del mundo objetivo se convierte en algo remoto, y muchos matemáticos "puros" ni siquiera les prestan gran atención.

La matemática moderna es el producto de la aparición del capitalismo. Las ciudades comerciales de la Alta Edad Media europea se hallaban gobernadas por una clase de mercaderes, políticamente conscientes, clase que gradualmente se emancipó de los pequeños señores feudales y estableció su propio imperio comercial. La gran diferencia entre estos mercaderes y los jónicos de dos milenios antes, consistía en la ausencia de esclavitud. La esclavitud, a la larga, frustra el perfeccionamiento tecnológico, y con ello, ahoga la originalidad científica. La clase comerciante de la Alta Edad Media no tropezó con ese impedimento. Había artesanos libres y una clase obrera libre incipiente. La posibilidad de obtener grandes beneficios en el nuevo sistema capitalista condujo a los comerciantes, así como a algunos de los príncipes, a cultivar la navegación y la astronomía. En las ciudades florecieron la aritmética, el álgebra y el nuevo arte de la teneduría de libros. La posibilidad de emplear máquinas con fines productivos estimuló la inventiva. El uso creciente de estas máquinas condujo al estudio de la mecánica, y ésta, a su vez, a la investigación de nuevos métodos en la matemática. Donde la *Rechenhaftigkeit* [1] de la primitiva burguesía promovió la aritmética y el álgebra, la inventiva de esta clase llevó eventualmente al cálculo. Las fuentes de la aritmética y del álgebra se encontraron en Oriente, las del cálculo, entre los griegos, especialmente en Arquímedes. Y cuando, en el primer entusiasmo del descubrimiento, se pasó a menudo por alto la estructura lógica de la matemática, la naturaleza misma de esta ciencia exigió eventualmente el retorno a las cuestiones fundamentales. Mientras Keplero y Stevin fueron esencialmente experimentadores en el campo de la matemática, algo así como si fueran una especie de físicos, los grandes matemáticos del siglo XVII se vieron llevados a desarrollar la matemática por su propio valor. Los grandes descubrimientos de este período —el tratamiento algebraico de la geometría y el cálculo— sólo fueron posibles porque los matemáticos no buscaban aplicaciones inmediatas, sino que seguían la lógica dialéctica de la ciencia misma. Dialéctica, porque estableció nuevas relaciones entre campos antes separados, entre el álgebra y la geometría, entre el problema de la tangente y la determinación de volúmenes, entre el finito y el infinito, entre la matemática y la lógica.

El hecho de que se desarrollaran las matemáticas por su propio valor no quiere decir que se perdiera la conexión entre la teoría y la práctica. Las matemáticas, a los ojos de todos los grandes matemáticos,

[1] Esta expresión se debe a W. Sombart *(Der Bourgeois,* Munich, 1920, pág. 164).

desde Descartes hasta Leibnitz, constituían la clave para la mecánica; y la matemática, la clave para el entendimiento de la naturaleza. La matemática no sólo llegó a ser el modelo de toda la ciencia, sino que proporcionó también la clave de los inventos. Característico de todo este período era la convicción, no sólo de que la matemática enseña las propiedades de la materia, sino de que la armonía de la matemática refleja en cierto modo la armonía del mundo. En los primeros tiempos del Renacimiento, Aristóteles fué reemplazado, en muchas escuelas, por Platón, con su creencia pitagórica en la universalidad del número, y este credo en los poderes de la matemática pasó a convertirse nuevamente, en forma modificada, en una característica típica de los grandes racionalistas del siglo XVII.

La misma relación íntima entre la matemática "pura" y la "aplicada" prevaleció en el siglo XVIII y duró hasta bien entrado el siguiente, especialmente en Francia. Para los Bernoulli, al igual que para Euler, Lagrange y Laplace, la matemática era ante todo un instrumento para la comprensión del cosmos. Esto se pone de manifiesto en las grandes obras de la época: las dos grandes obras matemáticas en que culminó el siglo XVII fueron el *Horologium oscillatorium* de Huygens y los *Principia* de Newton; [1] las dos grandes obras culminantes del siglo siguiente fueron la *Méchanique analytique* de Lagrange y la *Méchanique céleste* de Laplace. Esta identificación virtual de la matemática y la mecánica no fué esencialmente rota por los notables descubrimientos de Euler y otros en la teoría de los números, ni por Lagrange en el álgebra.

Con la Revolución francesa se abrió un nuevo período en la historia de las matemáticas. Es notable que el nuevo ímpetu científico procediera de la gran transformación política, siendo mucho más indirecta al principio la influencia de la Revolución industrial subyacente sobre el desarrollo de las matemáticas. Inglaterra, que fué el primer país afectado por la Revolución industrial, dió muestras de esterilidad durante muchas décadas en el terreno de las matemáticas. En cambio, la revolución política afectó de manera mucho más directa las opiniones y las perspectivas. Llevó a posiciones de influencia y poder a nuevas clases interesadas en la promoción de la educación técnica, en el ensanchamiento de las bases sociales de la ciencia y en nuevas ideas

[1] El trabajo de B. Hessen "Raíces sociales y económicas de los *Principia* de Newton", leído en el Congreso Internacional de la Historia de la Ciencia y la Tecnología, celebrado en Londres en 1931, trabajo publicado en *Science at the Cross Roads* (Londres, Kniga, 1933), págs. 151-192, ha llevado a muchos hombres de ciencia a comprender el punto de vista materialista en la historia de la ciencia. Véase también R. K.; "La ciencia y la economía en la Inglaterra del siglo XVII", *Science and Society*, vol. III (1939), pág. 3-27.

de libertad intelectual. La Escole Polytechnique fundada en París en 1795 para la preparación de ingenieros se convirtió en el prototipo de una institución dedicada no sólo a la enseñanza científica, sino también a la investigación fundamental en el terreno de las matemáticas y de las ciencias naturales. Los principios de la revolución en la ciencia y en la educación se extendieron a otros países, incluso a aquellos en los que el feudalismo conservaba aún su poder sobre el capitalismo naciente. Después de Francia, Alemania surgió como un gran centro matemático, siendo seguida por otros países. Las demandas hechas a la ciencia se multiplicaron.

En este escenario social, el progreso sólo podía realizarse por medio de la especialización. Así, las matemáticas se desarrollaron en todo su esplendor como un campo de investigaciones dependientes, aunque no sólo la mecánica, sino también la nueva física matemática ejerció poderosa influencia. Estas dos formas de abordar las matemáticas, la "pura" y la "aplicada", nunca estuvieron realmente separadas, aun cuando los matemáticos mismos se especializaron cada vez más. Eran muchos los casos en que la matemática "pura" influía sobre la rama "aplicada" y viceversa. Esto demuestra que a pesar de la incrementada abstracción, ha seguido presentando un cuadro de relaciones en el mundo objetivo. Las historias de las matemáticas reconocen este hecho hasta cierto punto, si bien la interacción de la matemática, la física y la ingeniería es mucho más íntima de lo que suele admitirse. La geometría diferencial de las curvas se desarrolló bajo la influencia de las investigaciones de Barré de Saint-Venant en la elasticidad, la de las superficies como resultado del interés de Monge o la ingeniería y del de Gauss o la geodesia. El estudio que hizo Hamilton de los rayos de la luz condujo a su teoría de las ecuaciones diferenciales parciales. Hasta la tendencia al rigor en la matemática moderna recibió un poderoso impulso del estudio de las series trigonométricas, introducido por Fourier en la teoría del calor: la rigurosa definición de la integral de Riemann se derivaba en su trabajo de series trigonométricas. Durante la segunda mitad del siglo XIX, tanto Klein como Poincaré, los principales matemáticos de esa época, recalcaron en su obra la íntima relación que existe entre la matemática y sus aplicaciones, a la vez que revelaron algunos de sus más sutiles pensamientos. Klein subrayó la importancia de la teoría del grupo en la cristalografía y la mecánica y, en la última parte de su vida, vió en la teoría de la relatividad otra aplicación de sus ideas. En cuanto a la obra de Poincaré, probablemente se comprenderá mejor si tomamos como punto de partida su obra sobre la mecánica celeste. Klein fué quien promovió la fundación del Instituto de Matemáticas Aplicadas en Gotinga. Esta actitud se refleja

también en las conferencias de Klein sobre la historia de las matemáticas en el siglo XIX, conferencias que en muchos lugares ofrecen un punto de vista materialista. El reconocimiento de esta estrecha relación entre la teoría y la práctica, entre los símbolos y el mundo que representan, se advierte también en las tentativas de Hilbert por rescatar los resultados de la matemática moderna de la arremetida de los intuicionistas. [1]

Los matemáticos de los siglos XVII y XVIII abrigaban pocas dudas en cuanto a la objetividad de los resultados de sus especulaciones. Como no existía una separación entre la matemática pura y la aplicada, la matemática era para ellos, por encima de todo, una manera de resolver ecuaciones, de encontrar áreas y volúmenes, de resolver problemas de mecánica e ingeniería y de descubrir las leyes de un universo mecanicista. Galileo decía que sólo puede comprender la naturaleza quien ha aprendido su lenguaje y las señales con las que nos habla: este lenguaje es la matemática y sus señales son las figuras matemáticas. Hasta el propio Leibnitz, sin dejar de creer en el carácter "innato" de las verdades necesarias y eternas, las entendía como "los principios mismos de nuestra naturaleza al igual que del universo", y veía en las matemáticas una de esas verdades necesarias que servía como la exposición universal de formas posibles de conexiones en general y de dependencia mutua.[2] La teoría del número, por su carácter abstracto y su evidente "utilidad" pudo ofrecer una oportunidad para la especulación idealista, pero no la encontramos claramente en esos autores.

La reacción idealista no procedió de los matemáticos, sino del obispo Berkeley, cuyo *esse est percipi* fué un ataque directo contra las ciencias naturales, inclusive contra el carácter objetivo de las concepciones matemáticas.

[1] El trasfondo social de las investigaciones matemáticas en los diferentes períodos de la historia es delineado con más detalles en la obra de Dirk J. Struik, *A Concise History of Mathematics* (Nueva York, 1948, dos volúmenes). Véase también L. Hogben: *Mathematics for the Million* (Nueva York, 1937). Sólo podrá llegarse a una comprensión más profunda de las fuerzas sociales que intervienen en el desarrollo de las matemáticas cuando los historiadores de la materia empiecen a percatarse del vasto territorio no descubierto aún por los historiadores económicos. Con ello debe combinarse el estudio de la historia de la tecnología, que es un campo relativamente inexplorado todavía.

[2] Ernest Cassirer: *Substance and Function* (Chicago, Open Court, 1923), pág. 92. Bertrand Russell: *A Critical Exposition of the Philosophy of Leibniz* (Londres, Cambridge University Press, 1900), pág. 70. Gottfried W. Leibniz: *The Monadology and Other Philosophical Writings,* traducción de Robert Latta (Oxford, Clarendon, 1898), págs. 233-234.

Berkeley se expresó con absoluta claridad:

Pero es evidente, por lo que ya hemos demostrado, que la extensión, la figura y el movimiento son sólo ideas que existen en el espíritu... Que el número es por completo una criatura del espíritu, aun cuando se permita a las otras cualidades existir sin él, será evidente para todo el que considere que la misma cosa tiene una denominación diferente de número cuando el espíritu la considera con diferentes respectos. Así, la misma extensión es uno, o tres, o treinta y seis, según que el espíritu la considere con referencia a una yarda, un pie o una pulgada.[1]

La reacción de los matemáticos puede juzgarse por Leibnitz, quien desechó despectivamente la sabiduría de Berkeley:

El hombre de Irlanda que impugna la realidad de los cuerpos parece que ni da razones adecuadas ni se explica suficientemente. Sospecho que pertenece a esa clase de hombres que desean ser conocidos por sus paradojas.[2]

La crítica que Berkeley hizo de los fundamentos del cálculo siguió siendo, sin embargo, durante mucho tiempo un reto para los matemáticos.

Durante la primera parte del siglo XIX, la actitud de la mayoría de los matemáticos no varió gran cosa, aun cuando Kant les causó alguna impresión en lo relativo a su manera de pensar. Gauss no creía en el carácter apriorístico de nuestras nociones de la geometría proclamado por Kant. La euclidicidad del espacio era para Gauss una proposición empírica:

He llegado cada vez más a la convicción de que la necesidad de nuestra geometría no puede ser demostrada. Hasta que se haga esto, debemos equiparar a la geometría, no con la aritmética, que conserva su carácter puramente apriorístico, sino más bien con la mecánica.[3]

Gauss tomó incluso las mediciones geodésicas de un triángulo (formado por las cumbres de las montañas Brocken, Hohenhagen e Inselsberg) para averiguar si la suma de los ángulos es de 180°, y comprobó que, dentro de los límites de la observación, esta suma es efectivamente de 180°.

Riemann, la figura central de la matemática del siglo XIX, manifestó claramente:

¿Cuándo es verdadero nuestro entendimiento del mundo?

---

[1] George Berkeley: *A Treatise Concerning the Principles of Human Knowledge* (Dublin, 1710), incluído en las obras completas editadas por G. Sampson, vol. I, págs. 183, 184.

[2] B. Russell. *op. cit.*, pág. 72.

[3] Carta de Gauss a Olbers, 1817. Gauss: *Werke*, vol. VIII (1900) pág. 177.

Cuando la interconexión *[Zusammenhang]* de nuestras concepciones *[Vorstellungen]* corresponde a las interconexiones de las cosas.[1]

Y Weierstrass, en su discurso inaugural de 1857, después de señalar que la matemática griega había establecido las propiedades de las secciones cónicas mucho antes de que se descubriera que eran también las órbitas de los planetas, agregó que abrigaba la esperanza

de que habría más funciones con propiedades tales como las que Jacobi atribuye con encomio a su función *tetha,* la cual nos enseña en cuántos cuadrados puede descomponerse todo número, cómo puede rectificarse el arco de la elipse, y la cual es capaz —siendo la única función que puede hacerlo— de representar la verdadera ley de la oscilación del péndulo.[2]

Cuando en el transcurso del siglo XIX la matemática llegó a niveles cada vez más profundos de generalización y abstracción, y estableció una técnica más y más complicada, empezó a presentarse a los ojos de muchas personas como una estructura independiente, como una creación exclusiva de la mente humana. La ciencia solía desarrollarse en el salón académico, separada del proceso social. Se descuidaba así su función social y la matemática participó más que las otras ciencias en este divorcio de la vida. La creciente especialización del matemático individual tendió a reforzar este aislamiento. La reconciliación del materialismo con el idealismo en Kant encontró partidarios entre los matemáticos, y la afirmación de Kant respecto al carácter apriorístico de la geometría euclidiana[3] fué durante muchos años un poderoso obstáculo para la aceptación de la geometría no euclidiana. En la introducción de Hermann Grassmann a su obra *Ausdehnungslehre,* publicada en 1844, encontramos cierto matiz kantiano en su creencia de que la matemática es solamente una cuestión de pensamiento:

El pensar existe sólo en relación con un ser que se alza frente a él y del que es una imagen *[ein Sein,* era *ihm gegenüber tritt* y *durch das Denken abgebildet wird],* pero, este ser es para las ciencias reales una entidad independiente que existe por sí misma fuera del pensar, aunque para las ciencias formales es pleanteado por el pensar mismo, que nuevamente se contrapone como un segundo acto del pensar. Puesto que la verdad en general consiste en la conformidad del pensar con el ser, en las ciencias formales estriba especialmente en la conformidad del segundo acto del pensar con el ser planteado por el

[1] B. Riemann: *Ges. Math.* (1892), pág. 523. Riemann murió en 1866.

[2] Karl Weierstrass: *Mathematische Werke* (Berlín, 1894-1927), vol. I, pág. 226.

[3] Tal era, en todo caso, la interpretación común de la doctrina de Kant, interpretación basada en la "estética trascendental". Hay otros pasajes de Kant que permiten una interpretación menos apodictica, v. g. el *Schematismus des reinen Verstandesbegriffe.*

primer acto, y, por ende, en la conformidad de ambos actos del pensar. Por consiguiente, en las ciencias formales, la prueba no trasciende del pensar mismo a otra esfera, sino que radica puramente en la combinación de los diferentes actos del pensamiento. Las ciencias formales, por lo tanto, no pueden apartarse de los principios *[Grundsätze]*, como las ciencias reales, sino que sus fundamentos son formados por las definiciones. Las ciencias formales estudian, sea las leyes generales del pensamiento, sea la entidad especial planteada por el pensar. Las primeras corresponden a la dialéctica (a la lógica) y la segunda a la matemática pura.[1]

A este aislamiento de la matemática con respecto a la vida podemos atribuir también lo que Klein ha llamado el "nuevo humanismo" de Jacobi,[2] que veía el único fin de la ciencia en el "honor del espíritu humano", sin reclamar para ella ninguna función social:

> Cierto es que Monsieur Fourier tenía la opinión de que el principal objetivo de la matemática consistía en la utilidad pública y en la explicación de los fenómenos naturales, pero un filósofo como él debería haber sabido que el único objetivo de la ciencia es el honor del espíritu humano, y que, desde este punto de vista, una cuestión relativa a los números vale tanto como una cuestión relativa al sistema del mundo.[3]

En este período comenzó una nueva y minuciosa crítica de los fundamentos del cálculo. Se comprendió la vaguedad que rodeaba a concepciones tales como límite, continuidad, convergencia e infinitesimal, vaguedad que no había sido eliminada ni por la posición "mística" de Newton y Leibnitz, ni por la "racional" de D'Alembert, ni por la "algebraica" de Lagrange.[4] Esto condujo realmente a teoremas falsos, los cuales a su vez, podían haber llevado a erróneas aplicaciones en la mecánica y la física. El programa de esclarecimiento de los fundamentos del cálculo fué llevado a cabo con éxito por Cauchy, Abel, Riemann, Weierstrass y otros muchos matemáticos, con el resultado de que a partir de entonces pudiera usarse el cálculo con confianza. Fácil es ver cómo los matemáticos, profundamente consagrados a la realización de este programa de sutil razonamiento, pudieron tener la impresión de que se entregaban libremente a un juego de la mente humana. Fácil es ver también, retrospectivamente, que estaban edificando el cálculo como un instrumento más perfecto para establecer relaciones objetivas, y gracias a su obra el cálculo puede aplicarse ahora con gran confianza a problemas extraordinariamente sutiles de la mecánica celeste, de la física matemática y de la teoría de probabilidades.

[1] H. Grassmann: *Die Ausdehnungslehre,* en *Werke,* vol. I, introducción.
[2] *Naturwissenschaftlich gerichteter Neuhumanismus.*
[3] C. J. G. Jacobi: *Werke,* vol. I, pág. 454, carta del 2 de julio de 1830.
[4] Los términos se deben a Karl Marx. Véase D. J. Struik: "Marx y la matemática", *Science and Society,* 1947-48, vol. 12, págs. 181-196.

Esta labor sobre los fundamentos del cálculo constituyó sólo un aspecto, aunque muy importante, de todo el replanteamiento de los principios de la matemática que se inició en el siglo XIX y ha continuado hasta nuestros días. Ello condujo, en la segunda mitad del siglo XIX, a una verdadera lucha entre diferentes opiniones concernientes a la naturaleza de la matemática. "¿Qué son los números?", preguntaba Dedekind. "¿Qué es un límite?", preguntaba Du Bois-Reymond. "¿Cuál es la relación de la matemática con la lógica?", preguntaba Frege. Tales preguntas atrajeron una atención renovada sobre las antiguas dificultades de Zenón y Eudoxio, así como en cuanto a las de Newton y Lagrange con respecto a la naturaleza del cálculo. La introducción de nuevas y sutiles concepciones matemáticas —el corte de Dedekind, la lógica matemática, la teoría de los agregados— pareció colocar a la matemática a ritmo acelerado como una ciencia de pensamiento puro, relacionada sólo incidentalmente con la naturaleza. La matemática, para muchos de sus investigadores, parecía no ser otra cosa que un esquema formal, y de aquí sólo había un paso a la creencia de que la matemática no era nada más que un juego. Ya en 1882, Du Bois-Reymond lanzó una advertencia contra esta posición:

> Un esqueleto de análisis puramente formalista y literal, al que conduciría la separación del número y los signos analíticos de la cantidad, degradaría esta ciencia —que, en verdad, es una ciencia natural— hasta reducirla a un simple juego de signos, en el que podrían asignarse significados arbitrarios a los signos escritos, como a las figuras del ajedrez o a los naipes de la baraja.[1]

Hacia esta misma época, Benjamín Peirce había definido la matemática como "la ciencia que extrae conclusiones necesarias", [2] recalcando el razonamiento formal a expensas del contenido. Su hijo, C. S. Peirce, que fué uno de los hombres que establecieron la lógica matemática, llegó más lejos. Para él, la matemática era "el estudio de construcciones ideales":

> Puesto que las observaciones recaen simplemente sobre objetos de la imaginación, los descubrimientos de la matemática son susceptibles de alcanzar total certidumbre.[3]

Esto constituía el reverso directo del antiguo sentimiento materialista de los grandes matemáticos de los pasados siglos, puesto que

[1] P. Du Bois-Reymond: *Die allgemeine Funktionentheorie* (Tubinga, 1882), págs. 53-54.

[2] B. Peirce: "Algebra asociativa lineal", *American Journal of Mathematics,* vol. IV (1881), pág. 97.

[3] *Century Dictionary,* artículo "Matemáticas". Véase J. B. Shaw: *Lectures on the Philosophy of Mathematics* (Chicago, Open Court, 1918), pág. 59.

basaba la verdad de la matemática en su ausencia de correspondencia con la realidad objetiva. Era otra versión de la interpretación de "juego de ajedrez" contra la cual había prevenido Du Bois-Reymond. Bajo tal interpretación, la inmensa aplicabilidad de la matemática a la mecánica y a la física se convirtió solamente en una notable coincidencia. Posteriormente, Bertrand Russell, el jefe de la escuela logística que llevó a cabo el programa de Peirce, definió la "matemática pura" como "la clase de todas las proposiciones de forma p implica q", [1] reduciendo todas las proposiciones de la matemática a proposiciones de lógica. La escuela formalista, que se concentró en la tarea de demostrar que la estructura matemática puede obtenerse mediante una serie de deducciones hipotéticas tomadas de axiomas no interpretados, no vió a menudo en la matemática nada más que eso, aunque Hilbert, su fundador, vió claramente el contenido real en la forma abstracta. Y el jefe de la escuela intuicionista, Brouwer, interpretó también la matemática como un producto exclusivamente del cerebro:

> La matemática es una creación libre, independiente de la experiencia: emana de una sola intuición original apriorística, que puede llamarse, o constancia en cambio, o unidad en la realidad.[2]

Esta "intuición original" corresponde, como la base de un método abstracto de construcción matemática, a una dialéctica de la realidad, y en la obra de Brouwer condujo a descubrimientos matemáticos. Sin embargo, negó significación matemática a considerables secciones de las matemáticas, y en realidad, no sólo mutiló su aplicabilidad, sino que las privó también de algunos de sus mejores resultados. Ello suscitó la ira de Hilbert: "Nadie nos arrojará del paraíso que Cantor creó para nosotros". [3] Hilbert fué especialmente quien, en la labor que realizó en busca de un fundamento impecable de la totalidad de las matemáticas, desarrolló un aparato puramente formal de signos y reglas de operación, pero recalcó siempre la armonía entre forma y contenido, entre teoría y práctica, entre signo humano y mundo objetivo.

La propensión de ciertos matemáticos a sacrificar el contenido a la forma o a considerar su ciencia como separada de la naturaleza, fué —y sigue siendo— parte integrante de un movimiento académico general que encuentra en las concesiones al idealismo la solución, no sólo de sus inquietudes científicas y filosóficas, sino también de algu-

[1] B. Russell: *Principles of Mathematics* (Cambridge, 1903), p. 3.
[2] L. E. J. Brouwer: *Over de grondslagen der wiskunde* (Amsterdam-Leipzig, 1907), pág. 179.
[3] D. Hilbert: "Ueber das Unendliche", *Jahresb. Deutsch. Mathem. Ver.*, vol. 36 (1927), pág. 207.

nas de sus preocupaciones sociales.[1] El hecho de que en ciertos círculos de matemáticos —es decir, aquellos que se interesaban por las cuestiones de fundamentación— existiera una tendencia a cultivar la forma más bien que el contenido y a reducir las matemáticas a un mero esqueleto de proposiciones, fué recibido como una nueva liberación. El propio Russell fundó toda una filosofía en su "atomismo lógico", que con toda modestia le parecía "la misma clase de progreso que el que introdujo en la ciencia Galileo".[2] Esta tentativa de Russell y otros por entender el universo partiendo de un esquema formal de lógica[3] sirvió para que, por conducto de Mach y Avenarius, se recayera eventualmente en el idealismo subjetivo de Berkeley,[4] y llevó a Moritz Schlick a la convicción de que el espacio y el tiempo son subjetivos,[5] a Rodolf Carnap a la creencia de que muchas enunciaciones, tales como "el tiempo es infinito", no son enunciaciones acerca del mundo, sino sólo acerca de la manera en que empleamos el lenguaje,[6] y finalmente a L. Wittgenstein al descubrimiento de que la matemática sólo es una tautología.[7] Esto significa, según las palabras del profesor Mannoury, que es muy sencillo escribir un libro matemático perfecto, como por ejemplo:

$$a = a = a = a$$[8]

Vemos todas estas concesiones al formalismo y al idealismo en el último ejemplo como el resultado de la separación de la escuela y la vida, común bajo el capitalismo moderno. Pero tendencias similares existen, no sólo en el terreno filosófico, sino también en el histórico. La matemática es descrita a menudo como una sucesión pura de ideas y desarrollada sin ninguna referencia al escenario social en el que se manifestó. Como resultado, no se hace el menor esfuerzo por dar respuesta a algunas de las más importantes funciones. ¿Por qué se interrumpió el elemento creador en la matemática griega con el

[1] Cf. E. Colman: *Predment i metod sovremmenoj matematiki* (Moscú, 1936, 316 páginas), especialmente el capítulo X.

[2] B. Russell: *Scientific Method in Philosophy* (Londres, Oxford, 1914), pág. 4.

[3] Esta superestimación del papel de la lógica formal aparece también en la fundamentación "lógica" de la teoría de la probabilidad en la escuela de Keynes.

[4] M. Cornforth: *Science Versus Idealism* (Londres, Lawrence, 1947).

[5] Schlick: *Allgemeine Erkenntnisslehre* (Berlín, 1925), pág. 224.

[6] R. Carnap: *Logical Syntax of Language* (Nueva York, Harcourt, 1937).

[7] L. Wittgenstein: *Tractatus logico-philosophicus* (1922) págs. 154, 160, de la versión inglesa.

[8] G. Mannoury: *Mathesis en mystiek* (Amsterdam, 1925), pág. 32.

crecimiento del imperio romano? ¿Por qué se originó el cálculo en el siglo XVII en Europa, y no en Bagdad bajo los califas? Montucla, en el siglo XVIII, intentó todavía situar la historia de la matemática en un escenario más amplio, mostrando su relación con la mecánica y la astronomía, pero gran parte de esta actitud desapareció en el siglo XIX, aunque dejó algunos rastros en Cantor. [1] Uno de los métodos de las conferencias de Klein sobre la historia de la matemática en el siglo XIX consiste en que rara vez omite señalar las relaciones entre la matemática y las ciencias aplicadas e incluso presta atención a las tendencias filosóficas y sociológicas. [2]

Frente al método idealista de abordar el estudio de la matemática, [3] la concepción materialista recalca:

a) La influencia decisiva de los factores económico-sociales en el moldeamiento del carácter general de la productividad matemática (o de su falta de productividad) en un escenario histórico dado. Ya hemos esbozado cómo puede conducirse ese estudio.

b) La imposibilidad de separar la forma y el contenido, entrelazados en todos los tiempos, ya que el contenido dirige igualmente el progreso de la forma y decide su importancia y supervivencia. Esta relación de forma y contenido impregna la totalidad de la matemática.

Cierto es que el matemático crea sus símbolos y las leyes de operación a los que aquéllos están sujetos. Parece ser un agente libre, un Dios que crea su propio mundo. Sus únicas leyes son las de la consecuencia: su estructura debe estar libre de contradicciones internas y nunca puede conducir a $1 \neq 1$. Muchos matemáticos, como hemos visto, se detienen aquí y sacan la conclusión de que están dedicados a un juego de signos desprovistos de sentido o incluso a un juego de ficciones (como ha pretendido el filósofo Vaihinger). [4] Otros, llevados por la necesidad inherente a la estructura, pretenden que ésta representa alguna característica de la mente humana o piensan que

[1] Moritz Cantor: *Vorlesungen über Geschichte der Mathematik* (cuatro volúmenes. Leipzig, 1900-1908).

[2] F. Klein: *Vorlesungen über die Entwicklung der Mathematik in 19. Jahrhundert* (Berlín, 1926-27), vol. I.

[3] Una crítica similar de los métodos idealistas y formalistas se encuentra en E. Colman, *loc. cit.*, y también en E. Colman: "La crisis actual en las ciencias matemáticas", *Science at the Cross Roads* (Londres, 1931), págs. 215-229.

[4] El punto de vista de Vaihinger ha sido combatido por el matemático E. Study, en *Die realistische Weltansicht und die Lehre vom Raume* (Brunswick, 1923). Study hace una fogosa exposición de la tesis de que existe un mundo exterior independiente de la conciencia.

están consagrados a una tautología. Pero la forma y el contenido son inseparables y están entrelazados incesantemente. Hay una matemática "con sentido", que se diferencia de un juego. Es aplicable a los procesos de la naturaleza, no de una manera, sino de muchas. Conduce, de un aspecto general a otro y establece conexiones entre diferentes actitudes o diferentes campos. Puede ocurrir que el lado formal triunfe durante algún tiempo y entonces la construcción libre parece prevalecer, hasta que el contenido se empareja con la forma y dicta a su vez la trayectoria del progreso. La historia de la matemática muestra cómo el contenido triunfa a la larga. Nuestra matemática actual, con todas sus abstracciones y estructuras aparentemente libres tiene una ramificación y una interconexión internas, y una aplicabilidad a los procesos de la naturaleza como jamás ha tenido. La busca de la consecuencia debe reflejar las leyes del mundo externo.

El criterio final de la verdad debe ser siempre su correspondencia con la realidad. Una teoría es cierta cuando sus teoremas pueden describir o predecir acontecimientos del mundo real. Esto se comprende fácilmente por lo que se refiere a los comienzos de la matemática, pero ¿cuál es la situación tratándose de la matemática moderna, que acepta como criterio de la verdad la ausencia de contradicciones? ¿Existe alguna relación entre el criterio objetivo (el "filosófico") de la verdad y el criterio matemático?

No es este el lugar de examinar las diferentes formulaciones que se han dado a la lógica matemática. Sin embargo, debemos indicar que la lógica no consiste en el libre juego de símbolos, en una serie de convenciones de creación humana, sino que es de por sí fundamental aspecto del mundo real tal como se refleja en la mente humana. Nos encontramos nuevamente con la cuestión de forma y contenido. Tómese, por ejemplo, el concepto de identidad, x equivale a y, con sus leyes de reflexividad $(x = x)$, de simetría (si $x = y$, entonces $y = x$), y de transitividad $(x = y$ y $y = z$, luego $x = z)$. Esto significa sobre el papel la suposición de que podemos reconocer un signo siempre que se presenta. Al mismo tiempo, expresa una cualidad esencial del mundo, a saber, la invariancia de un objeto. El mundo fluye eternamente, de modo que dos cosas nunca son iguales y ni siquiera una sola cosa sigue siendo la misma. Con todo, es posible separar aspectos especiales de este mundo y tratarlos como si no cambiaran. El profesor Levy ha llamado a estos aspectos "aislados" y los "aislados" pueden permanecer invariantes y convertirse en objeto de discurso. Una línea recta conserva su identidad para todos nosotros y para todas las generaciones, lo mismo que ocurre con el número 4, la esfera, o una integral. La pelota, que me ha dado la concepción de una esfera,

puede moverse, mojarse o pudrirse, pero la esfera misma es una concepción invariente. Las leyes de identidad expresan el hecho de que yo puedo llegar a conclusiones exactas conservando sin modificaciones a través del discurso el elemento "aislado". Es evidente que estas leyes de lógica formal crean la posibilidad del entendimiento y de la actividad humanas, pero no establecen en modo alguno un divorcio entre la matemática y el mundo real. Antes al contrario, hacen posible que la matemática presente una imagen de la realidad. [1]

La lógica formal nos permite establecer relaciones entre objetos ("aislados") matemáticos y no matemáticos; pero después de todo se trata de relaciones trilladas (lo que no quiere decir que su estudio sea trivial), y, aun cuando su uso pueda permitir establecer proposiciones cada vez más complicadas, difícilmente harán de la matemática una ciencia creadora. La antigua ciencia oriental, con su estrecha conexión entre la matemática y la realidad, era ya infinitamente más rica. ¿En qué consiste, pues, el secreto de la matemática creadora? En otras palabras, ¿cuál es su contenido? ¿Por qué no es la matemática simplemente una tautología impresionante, como ha preguntado y negado Poincaré [2] y como ha preguntado y confirmado Wittgenstein?

La matemática, como aspecto del mundo real, participa de su dialéctica. La dialéctica implica creación incesante. Por su misma naturaleza, la matemática es, pues, creadora, trascendiendo constantemente las tautologías que pueden surgir en su estructura. Podemos expresar esto diciendo que la matemática se basa en algo más que la lógica formal. La lógica de la matemática, y especialmente de la matemática en su desarrollo, es una lógica dialéctica. Gran parte de la labor realizada en los últimos 30 años para la fundamentación de la matemática ha sido estimulada por la necesidad de expresar en formulación exacta el significado de este elemento creador de la matemática. Los intuicionistas han recalcado el principio de la inducción completa; los formalistas han introducido los "axiomas trascendentales" y se han opuesto enérgicamente a las tentativas de los logísticos por reducir la matemática a una tautología. La lógica matemática moderna, en comparación con la antigua lógica aristotélica, se ha enriquecido mucho más en el proceso. Sin embargo, es dudoso que pueda encontrarse un

[1] Compárese las "máquinas lógicas" en N. Wiener: *Cybernetics, or Control and Communication in the Animal an the Machine* (Nueva York, 1948), págs. 147-148. Este notable libro, que supera las limitaciones del materialismo mecánico mediante un análisis del moderno concepto de máquina, contribuye también a una comprensión materialista de la matemática.

[2] H. Poincaré: *La Science et l'hypothèse* (París, 1918), capítulo I.

sistema de verdades axiomáticas que permita explicar todos los aspectos de la matemática: la realidad tiene más facetas que las que un Horacio axiomaticista sueña en su filosofía. El formalismo de los axiomas se ha sublevado contra las tentativas por reducir la matemática a una tautología, como lo prueban las investigaciones de K. Gödel y otros. Aunque todas las escuelas de matemáticas se han anotado resultados, aun no se han agotado todas las posibilidades de la matemática, la cual se ha negado hasta ahora y probablemente se negará siempre a quedar encerrada dentro de una serie de axiomas y de reglas interdependientes.

Engels hizo notar que los juicios de la lógica dialéctica de Hegel, a pesar de la arbitrariedad de su clasificación, expresan modos universales de obtener nueva información, apareciendo una vez más el desarrollo del pensamiento como el desarrollo de la obtención de información objetiva. [1] Estos juicios pueden considerarse como determinaciones de singularidad, particularidad y universalidad.

Esto puede proporcionarnos, en efecto, un cuadro de la forma en que se han desarrollado las concepciones matemáticas. Por ejemplo, nuestra moderna noción de geometría, nacida, primeramente, de la observación de que las rotaciones conservan las propiedades métricas de una figura (pre-euclidiana), lo cual es una determinación de singularidad. En segundo lugar, se descubrió que ciertas propiedades se mantienen invariantes bajo diferentes transformaciones, tales como las proyectivas, afines y rotacionales (principios del siglo XIX), lo cual es una determinación de particularidad, y, en tercer lugar, toda geometría es la teoría de las invariantes de cierto grupo (programa de Erlanger, 1872), lo cual puede considerarse como una determinación de universalidad. Tales consideraciones pueden captarse en lenguaje formal, como lo prueba una secuencia como la siguiente: 1) siete es primo; 2) hay muchos primos; 3) el número de primos es infinito.

El progreso de la matemática se lleva a cabo a lo largo de muchos senderos, todos los cuales pueden considerarse como juicios dialécticos, [2] y algunos de los más fértiles pueden describirse así:

a) Pasando de lo específico a lo general, v. g., de la teoría de las ecuaciones cuadradas, cúbicas, etc., a la teoría de Galois:

> El mismo tema de la matemática ya no puede describirse como si se tratara simplemente de forma y número. Estas concepciones constituyen aún el fundamento de toda la ma-

[1] F. Engels: *Dialectics of Nature* (Nueva York, 1940), págs. 237-240.
[2] Cf. J. B. S. Haldane: *The Marxist Philosophy and the Sciences* (Londres, 1938), cap. II, "Matemática y cosmología".

temática, pero temas tales como la geometría proyectiva, la topología, la teoría de grupo, rebasan esta clasificación. Asimismo han desaparecido los límites entre la matemática y la lógica.

b) Pasando de lo discontinuo a lo continuo, de lo finito a lo infinito, v. g., de sumas a integrales, de los números racionales a los reales, o al uso del principio de la inducción matemática:

> La trascendencia de lo finito a lo infinito ha sido uno de los pasos más creadores que se han dado en el desarrollo, no sólo de la matemática, sino del entendimiento en general. "Lo infinito ha removido más profundamente que cualquier otra cuestión la mentalidad humana, ha operado de manera más estimulante que cualquier otra idea sobre el espíritu del hombre, y, sin embargo, necesita ser dilucidado más que cualquier otra concepción", escribió Hilbert.[1] La tentativa de Hilbert por demostrar que lo infinito puede ser eliminado, no sólo de la matemática —tentativa hecha ya por Eudoxio— sino también de las ciencias naturales —"lo infinito no se realiza en ninguna parte"— no parece convincente: lo infinito tiene una manera propia de derribar todos los límites establecidos por el hombre, en un período histórico dado, como base de su entendimiento.

c) Pasando de la cantidad a la cualidad, v. g., de la geometría métrica a la proyectiva, y, por ende, a la topología. Al pasar de los números positivos a los negativos, introducimos en la aritmética la noción de dirección unidimensional, y al pasar de los números reales a los complejos, introducimos un simbolismo para denotar un cambio de dirección bidimensional:

> La matemática, aunque nacida del estudio del número y de la forma, se ha emancipado de tal manera de sus orígenes, que pocos matemáticos se muestran ya inclinados a definir su ciencia como la del número y la forma. La misma lógica del *quantum* ha conducido a la cualidad de muchas maneras. Leibnitz fué quizás el primero que se percató de este aspecto del desarrollo de la matemática. "Creo que necesitamos otro análisis, propiamente geométrico o lineal, que nos exprese directamente el sitio, como el álgebra expresa la magnitud" (carta a Huygens, 1679).[2] Sin embargo, se ha ma-

[1] Hilbert, *op. cit.*, nota 23.
[2] Véase H. Grassmann: *Werke*, vol. II (1894), pág. 417. La respuesta

nifestado una tendencia a demostrar que la matemática puede construirse solamente sobre los números naturales, curiosa vindicación del punto de vista de Hegel de que el fin y la noción de la matemática es la cantidad, junto con una repudiación de su criterio de que en la matemática no hay desarrollo y relación de ideas.[1]

d) El principio de la permanencia de las leyes formales, v. g., cuando pasamos de la aritmética al álgebra de los números reales, y luego al álgebra de los sistemas de números complejos e hipercomplejos, y del dominio "real" al "ideal".

Este principio fué formulado por Hermann Hankel [2] en estas palabras: "Cuando dos formas, expresadas en símbolos generales de la *arithmetica universalis,* son iguales entre sí, lo serán también cuando los símbolos dejen de denotar cantidades simples y, por ende, las operaciones reciban también otro contenido."

e) El principio de la permanencia de las relaciones matemáticas, llamado así por V. Poncelet, quien se inspiró en el descubrimiento de la geometría proyectiva (el "principio de continuidad", por ejemplo permitió a Poncelet pasar de los teoremas geométricos conocidos a otros nuevos o relacionar entre sí los teoremas conocidos):

Una aplicación especial de este principio fué la labor realizada en geometría con elementos imaginarios, que condujo a Cayley y Klein al descubrimiento de que la geometría métrica forma parte de la geometría proyectiva, después de que Poncelet había derivado la segunda de la primera.

También podemos situar bajo este principio la concepción fundamental del isomorfismo, que nos permite interpretar de diferentes maneras el mismo sistema de relaciones formales entre elementos abstractos. De ello se tienen ejemplos en la polaridad de la geometría proyectiva, y en la prueba aportada por Hilbert sobre el carácter no contradictorio de la geometría euclidiana aplicando ésta a un álgebra lineal por medio de coordenadas. Aquí, la forma de un sistema corresponde a una multiformidad de contenidos, y sólo recibe su vida del contenido.

directa a la observación de Leibnitz ha sido el análisis vector y tensor, pero su indicación tiene un alcance mucho mayor.

[1] Hegel: *Phänomenologie des Geistes* (Lasson, 1927), pág. 37.

[2] *Theorie der complexen Zahlensysteme* (1867), pág. 11.

f) El principio de conservación del lenguaje matemático, v. g., cuando pasamos de tres sistemas paramétricos aplicables al espacio a cuatro sistemas paramétricos, utilizando nuevamente términos tales como "punto" y "línea" para un "espacio" de cuatro dimensiones.

Se ha escrito mucho acerca de la confusión que existe en el uso del lenguaje también en la matemática. La lógica matemática ha introducido símbolos para eliminar palabras tales como "o", "y", "todos" y "hay". Esta tendencia ha oscurecido a veces el carácter creador del uso de las plabras. Atribuyendo concepciones más amplias a palabras tales como "punto", "espacio" y "vector" se ha facilitado considerablemente la investigación en nuevos campos. Un buen ejemplo se encuentra también en el uso de expresiones tales como "espacio funcional", "funciones ortogonales" y "densidad de probabilidad".

> La negativa de los griegos a extender a lo irracional el término "número" tuvo una influencia perjudicial sobre el desarrollo de sus matemáticas. Esto no debe considerarse simplemente como un accidente desafortunado. Más bien fué el resultado de la importancia que los griegos concedieron a la geometría abstracta, resultado, a su vez, de la aparente renuencia de algunos de sus prominentes matemáticos a aceptar la concepción oriental de la aritmética y del álgebra, lo cual sólo puede explicarse por la división social entre griegos y orientales.

Sin embargo, el hecho de que se empleen símbolos y palabras para expresar concepciones matemáticas no debe llevar a una afirmación como la de que "la matemática es el lenguaje del tamaño" [1] la cual sobreestima el aspecto formal de la matemática y trata como incidental su contenido, su aspecto creador como imagen del mundo real.

Podría continuarse esta enumeración de algunos de los principios creadores de la matemática y analizarse aquellos casos en que se superponen. Cuando estos principios creadores se aplican inconscientemente o semiconscientemente, podemos hablar de intuición matemática. [2] El sentimiento de armonía con el universo que experimenta

[1] L. Hogben: *Mathematics for the Million* (Nueva York, Norton, 1937), pág. 68.

[2] "El rigor y la fecundidad son dos aspectos complementarios de la misma realidad: cuando concentramos toda nuestra atención en uno perdemos de vista el otro" (R. Duval y G. T. Guilbaud: *Le Raisonnement Mathématique,* (París, 1945, pág. 147). El estudio de esta intuición e inventiva matemática ha sido iniciado recientemente por J. Hadamard: *An Essay on the Psychology of Invention in the Mathematical Field* (Princeton, 1945, 143 páginas).

el matemático creador expresa la concordancia de sus pensamientos con el mundo. Aquí, pisa un terreno común al del artista y el místico.

Por consiguiente, el carácter deductivo con el que se presenta ante el público la matemática bien organizada no debe impedirnos ver el carácter esencialmente inductivo en el que se han obtenido sus resultados. Esto equivale, en última instancia, a considerarla como un estudio de la naturaleza —aun cuando sólo se trate de algunas de sus características más abstractas, menos susceptibles de experimentación fuera de los niveles elementales y ajenas a la transformación histórica—, que proporcionan la respuesta básica a la cuestión tantas veces citada de Poincaré:

> La posibilidad misma de la ciencia matemática parece una contradicción insoluble. Si esta ciencia sólo es deductiva en apariencia, ¿de dónde le viene ese rigor absoluto que a nadie se le ocurre discutir? Si por el contrario todas las proposiciones que establece pueden obtenerse unas de otras mediante las reglas de la lógica formal, por qué no se reduce la matemática a una inmensa tautología? [1]

Sólo añadiremos aquí que el "rigor absoluto" no existe. Los criterios del rigor en la matemática son de carácter histórico: lo que parecía riguroso a Euclides o a Gauss no nos lo parece a nosotros. Y cabe esperar —los axiomáticos modernos parecen confirmarlo— que, aun en el caso de que la matemática pudiera reducirse a una tautología a los ojos de una generación, volvería a evadirse de los confines de su prisión en una fecha ulterior.

La prueba de la verdad en la matemática —su carácter no contradictorio— es la prueba de su aplicabilidad al mundo real. Esta no es una afirmación que puede probarse como un teorema: la prueba entre idealismo y materialismo no puede decidirse sobre el papel o en teoría, sino que tiene que decidirse también en la práctica de la vida. Los hechos de que la matemática es posible, de que es aplicable a la naturaleza y de que tiene una función social están todos ellos entrelazados.

Esto no constituye un punto de vista utilitario, porque la matemática sólo puede desarrollarse cuando puede ser explorada sin perseguir conscientemente aplicaciones inmediatas, ni significa tampoco que la matemática sea una ciencia empírica, como pretendía Mill. En tanto que la matemática sea empírica, no puede atribuírsele la categoría de ciencia.

Esto no excluye el hecho de que los descubrimientos matemáticos han sido obtenidos por medio del experimento directo. En primer

[1] H. Poincaré, *op. cit.*, págs. 9-10.

lugar, cada generación tiene que aprender por sí misma y sometiéndolos a la prueba directa de la realidad los conceptos fundamentales de la matemática. Nuestra convicción de la validez eterna de los teoremas de Pitágoras o del hecho de que $2 \times 2 = 4$, no se basa en alguna concepción *a priori,* ni puede ser quebrantada por cualquier matemático habilidoso que en un gran libro repleto de fórmulas saque la conclusión de que estos teoremas son simples convencionalismos. Nuestra convicción se basa en el hecho de que los teoremas corresponden a propiedades del mundo real ajenas a nuestra conciencia, las cuales pueden ser comprobadas y cuya comprobación es accesible a todas las personas desde su temprana juventud. La demostración de los teoremas de Pitágoras y las tentativas por probar que $2 \times 2 = 4$ que han existido desde los días de Leibnitz sirven para conectar estas verdades con otras todavía más elementales y todavía más fáciles de probar. La creación de una estructura matemática es necesaria e indispensable para el descubrimiento de otras verdades menos obvias y más difíciles de probar.

En los tiempos modernos se han hecho relativamente pocos descubrimientos matemáticos por medio del experimento y esos descubrimientos se han logrado en gran parte indirectamente al intentar explicar los fenómenos de la física. Un ejemplo lo constituye la superficie ondular de Fresnel, descubierta al estudiar la doble refracción en medios cristalinos. Otros resultados indirectos de la experimentación son las numerosas soluciones de las ecuaciones diferenciales obtenidas en el estudio de los problemas eléctricos o mecánicos. Ciertas propiedades de la factorización de grandes números han sido descubiertas por procedimientos mecánicos y el reciente desarrollo de las máquinas calculadoras puede conducir a más descubrimientos. Algunos teoremas geométricos han sido descubiertos por medio de modelos de yeso y alambre (v. g., el teorema de Henrici, de 1874, sobre la movilidad de las líneas rectas en un hiperboloide). Tales casos, en la matemática moderna, son raros y hasta ahora nunca han sido de importancia fundamental.

El hecho de que relativamente pocos descubrimientos matemáticos modernos son el resultado de la experimentación directa no puede utilizarse para aducir que, cualquiera que haya sido el origen de la matemática antigua, la moderna es en todo caso un producto puro de la mente humana. No significa que la matemática haya llegado a una etapa en que puede desarrollarse en gran medida dentro del marco de su propia estructura sin esperar su comprobación por medio de la experimentación. La situación puede compararse con la de la construcción de nuevos instrumentos (lentes, filtros de ondas, etc.),

que pueden diseñarse sobre el papel con la confianza absoluta de que ejecutarán la tarea que de ellos se espera, debido a nuestro exacto conocimiento de las leyes de la física.

Este criterio matemático específico de la verdad nos permite descubrir sobre el papel, con lápiz y pluma, y por medio del razonamiento, relaciones que son una imagen de las relaciones objetivas si el conjunto de axiomas del que partimos es esa imagen. Para el razonamiento matemático no es necesario, como ya sabemos, tomar en consideración en la investigación futura el significado objetivo de los axiomas, aun cuando esto pueda ejercer influencia sobre la selección de los asuntos a investigar. Puede tomarse libremente un punto como "elemento A" y una línea como "elemento B". La elección de los axiomas en casi todos los tipos de matemáticas actualmente estudiados estará de acuerdo con ciertas relaciones objetivas. A este respecto, estamos de acuerdo con A. Tarski, quien es, por su parte, un lógico:

> Así, se oye y hasta se lee de vez en cuando que no puede atribuirse ningún contenido definido a los conceptos matemáticos, que en la matemática no sabemos realmente acerca de qué estamos hablando y que no nos interesa si nuestras afirmaciones son o no verdaderas. Tales juicios deben ser vistos con desconfianza. Si en la construcción de una teoría nos conducimos como si no entendiéramos el significado de los términos de esta disciplina, eso no quiere decir en modo alguno que esos términos carezcan de significación... Es de suponer que a nadie le interesaría un sistema formal respecto al cual no seamos capaces de dar una sola interpretación. [1]

Podemos añadir que hasta la misma subsistencia de los matemáticos como grupo (no necesariamente como individuo) depende del hecho de que la matemática tenga sentido. En caso contrario, en las nóminas de las universidades y escuelas superiores dejaría de haber sitio para ellos. Puede que algunos ricos estuvieran dispuestos a contratar a matemáticos como contratan ahora jugadores de ajedrez o expertos en bridge, y tal vez otros se interesaran por ayudar a los matemáticos como artistas. Sin embargo, sabido es que los artistas encuentran pocos protectores bajo el capitalismo, muchos menos que los hombres de ciencia. El papel social constructivo que la matemática desempeñó en la edificación del capitalismo comercial e industrial fué esencialmente lo que hizo que se fomentara su estudio, aun cuando tuviera que adoptar formas cada vez más abstractas para llegar a planos más profundos de la realidad.

Muchos matemáticos del siglo XIX creían en una matemática "pura" cultivada solamente por el "honor del espíritu humano" y en

[1] A. Tarski: *Introduction to Logic and to the Methodology of Deductive Sciences* (Nueva York, Oxford, 1941), pág. 129.

un campo "aplicado" más o menos distinto, que solía considerarse como menos digno de esfuerzo. El cuadro del Tiziano "El amor sagrado y el profano", de la galería Borghese de Roma, parecíales a algunos de ellos que representaba "La matemática pura y la aplicada". Esta distinción va perdiendo rápidamente sentido como forma fundamental de clasificación, aunque siga siendo un modo conveniente de denotar tipos de especialización. Toda teoría matemática "pura" ha encontrado, o puede encontrar pronto, su campo de aplicabilidad. El matemático que sigue sobre el papel el razonamiento estrictamente teórico de su ciencia puede descubrir en cualquier momento que en realidad ha estudiado las leyes de algún campo de la física, la química o la estadística. El ejemplo clásico lo constituye la teoría de las secciones cónicas, creada por los griegos probablemente con el resultado de su investigación de la trisección del ángulo o la duplicación del cubo, investigación que, dos mil años después, resultó ser el estudio de las órbitas de los planetas. Un ejemplo moderno de índole similar es el cálculo tensor, descubierto como un estudio de la invariancia de las formas diferenciales cuadráticas, que varias décadas después constribuyó a proporcionar una descripción del universo con arreglo a la teoría de la relatividad de Einstein. Ahora sabemos también que los tensores expresan nociones fundamentales en la dinámica, la elasticidad y la hidrodinámica. El cálculo tensor puede aplicarse asimismo a las máquinas eléctricas giratorias y a la comparación de los colores, y algunas de sus concepciones más elementales han encontrado ya su camino en la psicología.

Tales ejemplos pueden multiplicarse centenares de veces. Una de las concepciones más abstractas de la matemática moderna es la medida de Lebesgue, que a algunos matemáticos les pareció la misma culminación de su ciencia como juego puro del espíritu. [1] Sin embargo, ahora sabemos que constituye la clave para la comprensión de la teoría de la probabilidad y de la estadística, y esto a su vez es indispensable para la explicación de fenómenos tan distintos como el movimiento browniano de las partículas en suspensión líquida y la conducta de largo alcance de los sistemas mecánicos.[2]

Jacobi observó ya cómo las funciones *theta* describen relaciones profundamente ocultas en la teoría del número con los movimientos

[1] La crítica de algunas conclusiones idealistas de los matemáticos rusos con respecto a este tema y otros afines se encuentra en E. Colman: *Predmet i metod sovremmenoj matematiki*, pág. 290. Véase también su *Kriticky vyklad, symbolycke metody moderni* (Praga, 1948), pág. 299.

[2] Véase N. Wiener: *Cybernetics, etc.*, cap. II, que muestra la conexión entre la obra de Gibbs sobre la mecánica estática y la de Lebesque sobre integración.

del péndulo. Ahora, la teoría del número, uno de los campos más abstractos de la matemática, basada en la llamada función *theta* de Riemann, encuentra su camino en problemas de ingeniería eléctrica así como en algunas partes de la física. El álgebra matriz proporciona la base de la mecánica del *quantum* y de la conducta de los átomos en acción. Y Hilbert ha indicado que ciertas leyes de la genética, en el caso de la pequeña mosca *drosophila,* obedecen los axiomas concernientes a la noción de "entre", así como los axiomas euclidianos lineales de congruencia.

Por lo tanto, es posible sostener, como a veces se cree (y la concepción idealista subjetiva de la matemática debe conducir necesariamente a ello) que el amplio radio de aplicabilidad de la matemática a la naturaleza y a la sociedad es simplemente una coincidencia. La aplicabilidad de la matemática es demasiado general, demasiado universal, para tomar en serio semejante alegato. Cuando aumenta en tales proporciones el número de esos "accidentes", "coincidencias" y "golpes de suerte" debemos buscar una explicación más racional. Todos los hombres de ciencia están consagrados a la tarea cooperativa de descubrir el comportamiento del mundo, y aun cuando a veces puedan diverger considerablemente los caminos que siguen y los resultados que obtienen, la unidad fundamental del universo hace posible la armonía eventual de todos los resultados. El autor está convencido de que todos los hombres de ciencia serios comparten la creencia en esta unidad fundamental de todas las cosas que existen y de que esa creencia les comunica su profunda convicción en que sus investigaciones están repletas de sentido.

Tanto la práctica como la teoría han justificado así ampliamente nuestra creencia de que toda la actividad matemática es valiosa en el sentido de que proporciona una imagen de algún aspecto del mundo real. Ello parece coincidir con la opinión de Leibnitz, según la expresó Schrecker:

> Mientras que según los utilitarios, el conocimiento es verdadero porque es útil, sería más adecuado, a juicio de Leibnitz, decir que si el conocimiento es verdadero tiene que ser útil y que, por consiguiente la utilidad sólo es una confirmación, pero no un elemento constitutivo de la verdad. El conocimiento verdadero, en efecto, representa el orden real y objetivo del universo. [1]

Debido a esta íntima relación entre pensamiento y naturaleza, entre experimento y teoría, revelada por la matemática moderna, Hilbert se mostró dispuesto a aceptar la noción de la "armonía pre estable-

[1] P. Schrecker: "Leibniz and the Art of Inventing Algorithms", *Journal of the History of Ideas,* vol. VIII (1947), págs. 107-116, especialmente 115-116.

cida" formulada por Leibnitz; pero en la relación entre la matemática teórica y sus aplicaciones vió todavía algo más que esta "armonía pre establecida":

> Sin la matemática, es imposible la astronomía y la física de nuestro tiempo: estas ciencias, en sus partes teóricas, se disuelven, por así decir, en la matemática. [1]

A esta unidad del pensamiento y de la naturaleza es a lo que ha conducido el desarrollo de la matemática moderna.

[1] D. Hilbert: "Naturerkennen und Logik", *Gesammelte Abhandlungen* (1930), págs. 378-387. A veces se afirma que, según Hilbert, la matemática es un juego desprovisto de sentido. Este trabajo muestra que tal afirmación no expresa la cabal comprensión que Hilbert tiene de la matemática.